

Contenido

1. ¿QUÉ ES UNA BASE DE DATOS?	3
2. PRINCIPALES SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DATOS.....	4
3. CREACIÓN DE UNA BASE DE DATOS	5
3.1 Modelo Conceptual.....	5
3.2 Modelo Lógico.....	6
3.3 Modelo Físico	6
4 MODELO CONCEPTUAL.	6
5 Entidades y atributos	7
5.1 Dominio de los atributos.....	9
5.2 Valor nulo de los atributos.....	9
5.3 Atributos simples y compuestos	9
5.4 Atributos monovaluados y multivaluados.....	10
5.5 Atributos obligatorios.	11
5.6 Claves primarias.....	13
5.7 Solteros	14
5.8 Notación	15
6 Relaciones	16
6.1 Atributos de las interrelaciones.....	18
Ejemplo de atributo de interrelación.....	19
6.2 Grado de las interrelaciones.....	19
Ejemplo de interrelación de grado tres.....	19
6.3 Cardinalidad (Conectividad) de las interrelaciones Binarias.....	20
6.4 Interrelaciones recursivas.....	24
7 Entidades débiles.....	27
7.1 Notación	29
8. Extensiones del modelo Entidad-Relación	29
8.1. Especialización y generalización.....	29

Ejemplo de especialización	30
Ejemplo de generalización	32
Herencia de propiedades.....	33
Ejemplo de jerarquía de entidades y de herencia múltiple.....	34
Restricciones	35
Exemple de subclasses S, P.....	36
Ejemplo de subclasses con diferentes restricciones	37
Notación.....	37
8.2. Agregaciones de entidades	38
Ejemplo de agregación de entidades	39
Ejemplo de sustitución de una entidad débil por una agregación.....	41
Notación.....	42
8.3. Ejemplo: BD de un instituto de formación profesional.....	42

1. ¿QUÉ ES UNA BASE DE DATOS?

Important

Una base de datos es una colección de información, estructura según un ertmodel, que se almacena de forma organizada para su posterior utilización.

Las bases de datos están acompañadas del Sistema Gestor de la Base de Datos (SGBD o DBMS en inglés), que es el conjunto de programas que permitirán manejar la información almacenada.

Normalmente el SGBD cuenta con herramientas que permitirán garantizar la integridad de la información de la base de datos, controlar el acceso a los datos, realizar consultas para obtener partes de los datos almacenados, elaborar informes, etc.

Aquí podemos ver parte de una tabla de la base de datos en la que se muestra la población de hombres y mujeres de cada comunidad autónoma en nuestro país (datos obtenidos del INE (Instituto Nacional de Estadística año 2011)).

Comunidad	Varones	Mujeres
Andalucía	4169634,00	4254468,00
Aragón	671286,00	675007,00
Asturias; Principado de	518571,00	562916,00
Baleares; Illes	557577,00	555537,00
Canarias	1061591,00	1065178,00
Cantabria	289872,00	303249,00
Castilla - La Mancha	1066598,00	1048736,00
Castilla y León	1267671,00	1290792,00
Cataluña	3732196,00	3807422,00
Ciudad autónoma de Ceuta	42165,00	40211,00
Ciudad autónoma de Melilla	40256,00	38220,00
Comunitat Valenciana	2541780,00	2575410,00
Extremadura	550864,00	558503,00
Galicia	1349591,00	1445831,00
Madrid; Comunidad de	3132844,00	3356836,00
Murcia; Región de	741581,00	728488,00
Navarra; Comunidad Foral de	320656,00	321395,00
País Vasco	1066872,00	1117734,00
Rioja; La	161582,00	161373,00

2. PRINCIPALES SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DATOS

Ya hemos visto una definición de lo que es un SGBD, pero necesitamos conocerlos por su nombre, cuáles son los más utilizados actualmente y cuáles son los que utilizaremos a lo largo de este curso.

Los SGBD más utilizados y conocidos actualmente son:

- Oracle, MySQL, SQL Server, Access, DB2, Informix, PostgreSQL, SQLite

Interesante

Puedes ver una tabla, actualizada cada mes, con los SGBD que más se usan en el mercado en el sitio web db-engines.com/en/ranking, de la misma forma que puedes consultar los lenguajes de programación más usados en el sitio web tiobe.com

De todas estas posibilidades, a lo largo de este curso trabajaremos con MySQL, por ser de los SGBD más demandados actualmente en el mercado laboral y con MongoDB si tenemos tiempo. Sin embargo, el lenguaje que utilizaremos es estándar, por lo que podrá ser empleado en otros SGBD diferentes.

Debemos tener en cuenta que prácticamente todos los SGBD incorporan las mismas funciones, entre las que podemos destacar:

1. Permitir a los usuarios almacenar datos, acceder a ellos y actualizarlos de forma sencilla.
2. Garantizar la integridad de los datos. Como por ejemplo que si un alumno tiene asociado un grupo entonces ese grupo existe.
3. Integrar, junto con el sistema operativo, un sistema de seguridad para el acceso a la información. Por ejemplo pidiendo usuario y contraseña para su acceso.
4. Incluyen herramientas para la monitorización de la base de datos, para analizar y controlar el comportamiento de ésta.
5. Permiten acceso simultaneo de varios usuarios a la misma información. Bloqueando la lectura de un dato a los usuarios mientras se escriba por otro usuario.

6. Garantizan la independencia de los datos de la aplicación que les está utilizando. Podremos cambiar a otro SGBD y la aplicación tendrá que seguir funcionando igual.

7. Incorporan herramientas para realizar copias de seguridad de la información y su restauración cuando sea necesario.

3. CREACIÓN DE UNA BASE DE DATOS

Las bases de datos representan la información perteneciente a un contexto del mundo real.

Para crear una base de datos inicialmente deberemos estudiar este contexto para después crear un modelo que nos permita plasmar en una base de datos de la información que se maneja.

La representación de la realidad de un problema en una base de datos es un proceso que suele realizarse se en tres pasos.

- Primer paso. Elaboración de un **Modelo Conceptual**.
- Segundo paso. Paso al **Modelo Lógico**.
- Tercer paso. Obtención del **Modelo Físico**.

Veamos las características de cada uno de ellos.

3.1 Modelo Conceptual

Durante la elaboración del modelo conceptual debemos tener en cuenta que el modelo que resulte de nuestro trabajo debe ser independiente del SGBD que vamos a utilizar posteriormente.

Además, el modelo se crea con elementos que puedan ser fácilmente comprensibles por los usuarios (generalmente no serán informáticos) del contexto real que estamos plasmando en nuestro modelo, de modo que pueda servir para dialogar sobre el funcionamiento actual y futuro del sistema con las personas que desarrollen o desarrollarán esta actividad. La herramienta más utilizada para elaborar un modelo conceptual de datos es el modelo Entidad-Relación (otros autores les llaman

Entidad/Interrelación) de Peter Chen. Este modelo fue creado en 1976 y, aunque existen otros modelos, sigue siendo el más utilizado.

3.2 Modelo Lógico

A partir del modelo conceptual de datos del punto anterior elaboraremos el modelo lógico mediante la aplicación de una serie de reglas en función del tipo de sistema gestor de bases de datos que vayamos a utilizar para almacenar nuestra información. Existen distintos tipos de SGBD como el relacional, el de red, el jerárquico, el orientado a objetos, etc.

En el paso a modelo lógico hemos decidido qué tipo de SGBD vamos a utilizar, pero todavía no hemos seleccionado cuál. El modelo obtenido en este paso debe ser viable para cualquier SGBD relacional o SGBDR (RDBMS en inglés) de los que existen en el mercado.

3.3 Modelo Físico

A partir del modelo lógico de datos obtendremos el modelo físico. Este modelo se adaptará al SGBD específico de la base de datos que hayamos seleccionado para almacenar la información.

Estudiaremos cómo crear físicamente los diferentes elementos obtenidos a partir del modelo físico en la base de datos seleccionada.

4 MODELO CONCEPTUAL.

Para realizar el diseño conceptual utilizaremos el modelo Entidad/Relación (en adelante ER).

El modelo ER fue introducido por Peter Chen en 1976 y se basa en el estudio de las entidades (objetos) que forman parte del sistema, sus características y de las relaciones que existen entre esas entidades, este estudio se plasmará de forma gráfica en unos diagramas ER.

Originalmente, el modelo ER sólo incluía los conceptos de entidad, atributo y relación. Más tarde añadieron , es otros conceptos, como los atributos compuestos, los atributos multivaluados y las jerarquías de generalización, en lo que se ha denominado modelo entidad-relación extendido.

Las estructuras básicas del modelo Entidad-Relación (modelo ER) se corresponden, fundamentalmente, con los conceptos propuestos en la formulación original de este modelo que hizo el dr. Peter Pin Shan Chen en su trabajo El modelo entidad-relación: hacia una visión unificada de los datos 1976.

La notación de estas construcciones es fundamentalmente diagramática, aunque en algunos casos se puede añadir alguna especificación textual. Estos diagramas son generalmente conocidos como diagramas ER (en referencia al modelo) o diagramas Chen(en referencia al autor).

Los diagramas ER son muy eficaces a la hora de modelizar la realidad (empresarial o de cualquier índole) para obtener un esquema conceptual comprensible. Debido a esto, muchas de las herramientas de ingeniería del software asistida por ordenador (einesCASE), que también ayudan en el diseño de BD, utilizan los conceptos del modelo ER en sus diagramas.

Actualmente, tanto en la bibliografía especializada como en las herramientas CASE de diseño de BD, se pueden encontrar pequeñas variaciones a partir de la notación original propuesta inicialmente por el dr. Chen.

La utilización de los elementos más simples del modelo ER, entidades, atributos e interrelaciones, y quizás de alguna otra construcción adicional, como las entidades débiles, pueden ser de gran utilidad en la comunicación entre los diseñadores de BD y los usuarios.

A continuación veremos los distintos elementos que componen los diagramas ER:

5 Entidades y atributos

Una entidad es algo que existe en el mundo real, distinguible del resto de cosas, y de la que nos interesan algunas propiedades.

Las entidades pueden tener una existencia física, como por ejemplo una persona, un coche o un libro, pero también pueden consistir en conceptos más abstractos, como un seguro o una deuda.

Ejemplo de entidad

Imaginemos que estamos diseñando la BD de un instituto de secundaria, dedicado a la enseñanza de diferentes ciclos formativos de formación profesional. Cada persona concreta, alumna del citado instituto, existe en el mundo real y, por tanto, se puede considerar una entidad.

Ejemplo de entidad



Así pues, con el término entidad se puede hacer referencia a un objeto específico del mundo real, pero también a un conjunto de objetos similares, de los que nos interesan las mismas características. Por tanto, debemos distinguir:

- OCURRENCIAS (o Entidades-instancia), como objetos concretos del mundo real (por ejemplo, el alumno Manel Riba es una entidad-instancia).

Llamamos atributos a las características que nos interesan de las entidades.

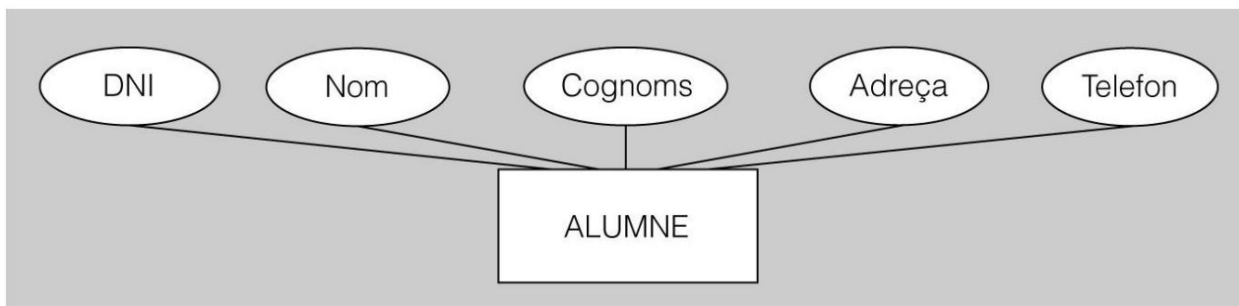
Ejemplos de atributos

En una ocurrencia referente a los alumnos de un instituto (figura 1.1), nos puede resultar interesante recoger ciertos datos personales, para identificar correctamente a los alumnos a la hora de comunicarnos con ellos, o de expedir notas y títulos académicos, tales como el DNI, nombre, apellidos, dirección, teléfono, etc.

En cambio, otros datos de la misma entidad no serán de interés para nosotros, aunque que sí puedan serlo para una BD que pertenezca a otro ámbito. Por ejemplo, desde un punto de vista sanitario, podría ser interesante registrar la altura, peso o grupo sanguíneo de estas mismas personas.

Los atributos en los diagramas ER se representan con una elipse.

Figura 1.1. Ejemplos de atributos



5.1 Dominio de los atributos

Los atributos de cada ocurrencia adoptan valores concretos. Estos valores deben ser válidos.

Para que un valor de un atributo sea válido, debe pertenecer al conjunto de valores aceptables para el atributo en cuestión. Este conjunto de valores válidos se llama dominio.

El dominio del atributo Nombre de la entidad ALUMNO podría consistir en el conjunto de todas las cadenas de caracteres posibles de una determinada longitud, excluyendo las cifras y caracteres especiales. Serían valores válidos para el atributo Nombre, definido de esta forma, "Laia", "Pol", etc. En cambio, no lo serían, por ejemplo, una fecha, un número o una cadena de caracteres que incluyera alguno especial.

5.2 Valor nulo de los atributos

Los atributos de una ocurrencia pueden no tener valor alguno para algún atributo concreto. En estos casos, también se dice que el atributo tiene valor nulo.

Ejemplo de valor nulo

Puede ocurrir que un alumno no tenga teléfono. Entonces, el atributo Telefon de la entidad ALUMNO no contendrá ningún valor o, dicho de otro modo, tendrá un valor nulo.

5.3 Atributos simples y compuestos

Pueden considerarse dos tipos diferenciados de atributos: los atributos simples y los compuestos.

Un atributo simple no puede dividirse en partes más pequeñas sin que ello comporte la pérdida de su significado.

El atributo Nombre es un atributo simple, porque su significado es indivisible (aunque en algunos casos almacene nombres compuestos, como Joan Manel), y por tanto no tiene sentido dividir su valor en cadenas de caracteres más pequeñas

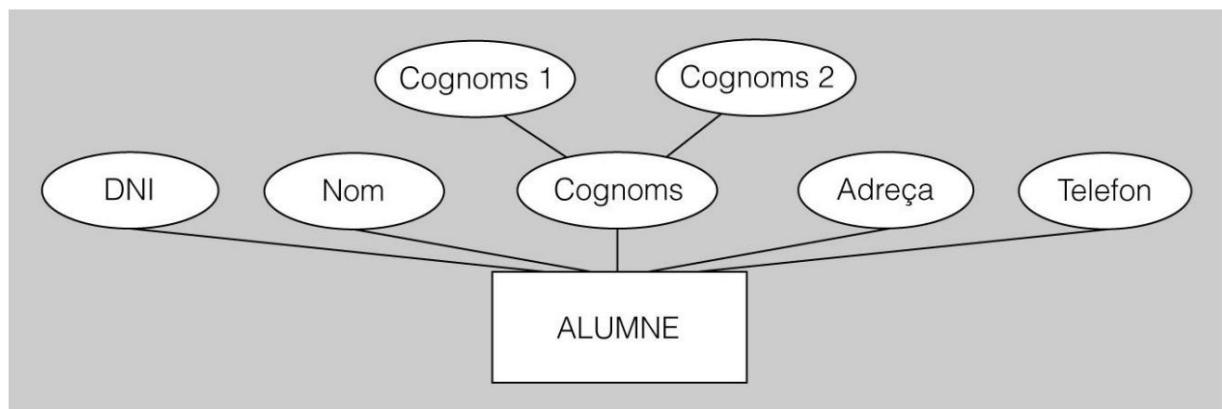
Un atributo compuesto es el que está subdividido en partes más pequeñas (que también tienen la consideración de atributos), que tienen un significado propio.

Exemple d'atribut compost

El atributo Apellidos puede tratarse como un atributo compuesto (figura 1.2), porque puede dividirse en dos partes más pequeñas (dos atributos, en definitiva) que almacenen, una, el primer apellido, y la otra el segundo apellido. Estos dos atributos pueden tratarse por separado sin problemas.

Como muchas personas extranjeras sólo tienen un apellido, en este ejemplo, el atributo Apellido1 siempre tendrá algún valor para cualquier entidad-instancia, pero el atributo Apellido2 deberá admitir valores nulos.

Figura 1.2. Ejemplo de atributo compuesto



Por otra parte, los atributos compuestos agrupan a los atributos relacionados, estructurándolos jerárquicamente, por lo que normalmente contribuyen a la comprensibilidad de los modelos.

5.4 Atributos monovaluados y multivaluados

En el model relacional...

... los atributos resultantes sólo pueden ser simples y monovaluados. Pero el modelo ER también puede servir para derivar el modelo conceptual resultante hacia otros modelos lógicos que sí acepten los atributos compuestos o multivaluados.

Otra forma de caracterizar los atributos es en función de si son atributos monovaluados o multivaluados.

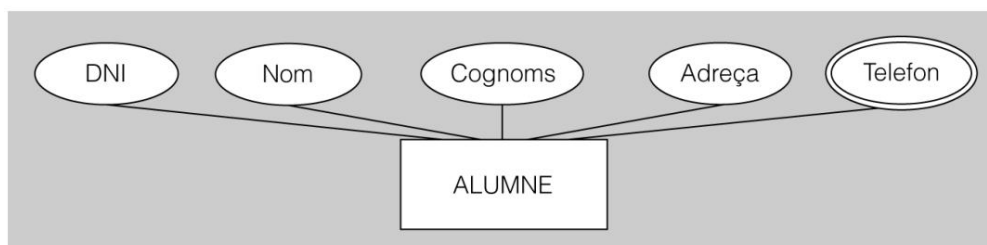
Un atributo monovaluado es el que sólo puede almacenar, a lo sumo, un solo valor para cada entidad instancia concreta, en un momento determinado.

Ejemplo de un atributo de un solo valor

Es evidente que cada persona sólo puede tener un DNI válido. Por tanto, el atributo DNI de la entidad ALUMNO deberá tratarse necesariamente como un atributo monovaluado.

Un atributo multivaluado puede almacenar, para cada entidad instancia concreta, distintos valores a la vez.

Figura 1.3. Exemple d'atribut multivaluat



Ejemplo de atributo multivalor

En el mundo real, una persona puede tener más de un teléfono (figura 1.3). Por ejemplo, puede disponer de un teléfono fijo en el domicilio particular, otro en el trabajo, y además puede tener un teléfono móvil. Por tanto, el atributo Telefon de la entidad ALUMNO se puede tratar como un atributo multivaluado.

Los atributos multivaluados se representan en los diagramas ER con una elipse de doble trazo.

5.5 Atributos obligatorios.

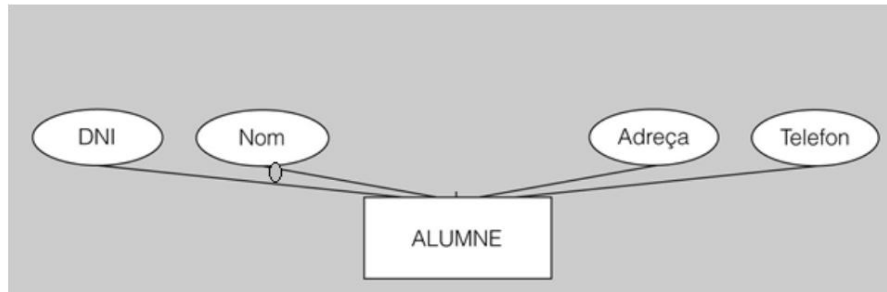
Un atributo obligatorio es aquél que no puede tomar el valor NULO.

También se llaman atributos no nulos.

Se denota con una bolita entre el arco y la elipse que representa al atributo.

Ejemplo de atributo obligatorio

Si consideramos que nombre es un atributo obligatorio, deberíamos marcarlo en el diagrama.



Atributs derivats

Se dice que un atributo es derivado cuando su valor puede calcularse a partir de otros atributos o de otras entidades interrelacionadas.

Cuando un atributo sirve para calcular el valor de un atributo derivado, se le considera atributo base de éste.

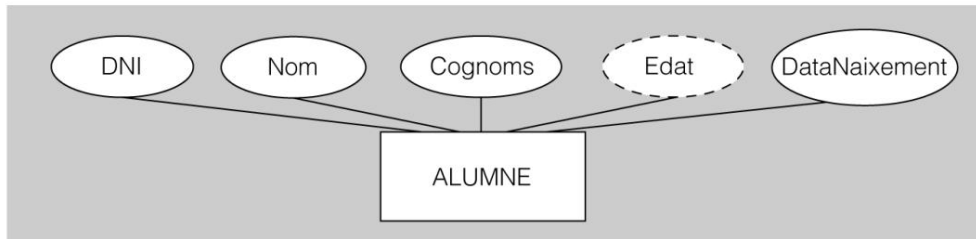
Ejemplos de atributo derivado

Podríamos necesitar saber cuál es la edad en años de los alumnos, a fin de permitirles salir o no del instituto durante los períodos de recreo, en función de aquélla (figura 1.4). Si la entidad ALUMNE tiene un atributo llamado DataNacimiento, podríamos modelizar otro derivado, llamado Edad, que se calculara a partir de la fecha actual (tomando la fecha del sistema) de la fecha de nacimiento (registrada en el atributo DataNaixement).

También podríamos necesitar saber el número total de asignaturas a las que está matriculado cada alumno. Podríamos establecer un atributo derivado llamado NúmeroAsignaturas, cuyo valor se calcula es en función del número de ocurrencias de otra entidad-tipo llamada ASIGNATURA interrelacionadas con cada una de las instancias de la entidad ALUMNO.

Los atributos derivados en los diagramas ER se representan con una elipse de trazo discontinuo.

Figura 1.4. Ejemplo de atributo derivado



Los atributos derivados constituyen una redundancia, esto es, una repetición normalmente innecesaria de datos. Por este motivo, los datos de los atributos derivados incluidos en los diagramas ER no suelen almacenarse (y muy especialmente si traducimos este esquema conceptual al esquema lógico más frecuentemente utilizado, es decir, al modelo relacional), sino que se calculan cuando es necesario.

Los atributos derivados, en principio, deben evitarse. Requieren un mantenimiento para la conservación de la integridad de los datos.

Sin embargo, en algunas ocasiones presentan ventajas. Por ejemplo, si se sabe que habrá muchas consultas relacionadas con la edad de los alumnos, puede que sea conveniente mantener el atributo edad.

5.6 Clave primaria

Una entidad instancia concreta debe poder distinguirse del resto de objetos del mundo real. Por tanto, cualquier modelización ER debe indicar, para toda entidad tipo, un atributo o un conjunto de atributos que le permita identificar unívocamente.

El atributo o conjunto de atributos que identifican unívocamente las entidades instancia se llaman clave primaria de la entidad.

Además, todos los atributos de la clave primaria son obligatorios.

Sólo puede existir una Clave Primaria por cada entidad; aunque puede estar formada por más de uno atributo.

En ocasiones, hay más de un subconjunto de atributos que podrían ser Clave Primaria. Entre ellos, hay que elegir como clave primaria el subconjunto de menos atributos.

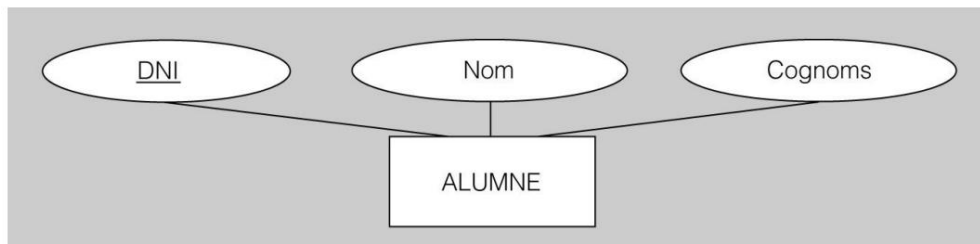
La clave primaria en los diagramas ER se representa subrayando los atributos

Ejemplos de clave primaria

Podríamos seleccionar el atributo DNI de la entidad ALUMNO como clave primaria (figura 1.5), ya que sabemos que en el mundo real no deben existir dos documentos de identidad iguales y, por tanto, nos servirá con toda seguridad para distinguir cualquiera alumno del resto.

En los países donde no existen documentos de identidad, como los anglosajones, deberíamos de optar por una solución alternativa. Podríamos añadir a nuestro modelo un atributo identificador, de tipo código, aunque éste no existiera en el mundo real: CodiA-que es repitieran las combinaciones de sus valores para diferentes entidades-instancia: Nombre+Apellidos+Teléfono.

Figura 1.5. Ejemplo de clave primaria



5.7 Solteros

Una Unicidad está formada por un atributo o conjunto de atributos que de tener valor identificarían a una ocurrencia unívocamente.

Si los atributos que forman una unicidad además son obligatorios, también se llama Clau Alternativa.

Puede haber varias unicidades en una entidad aunque sólo existe una clave primaria.

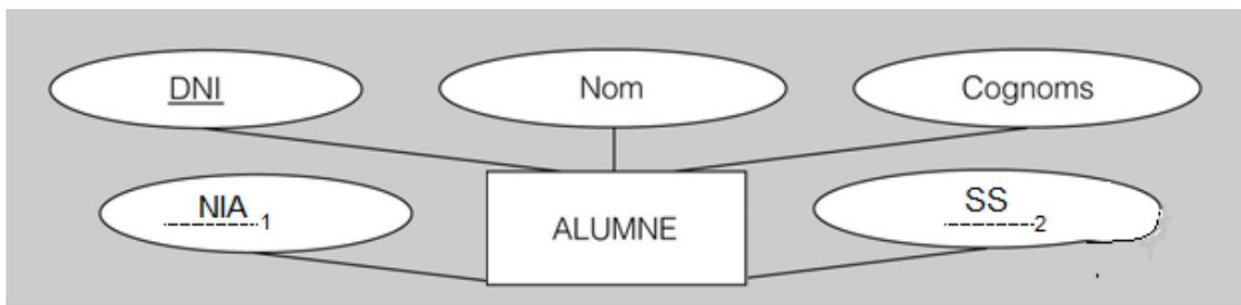
Si existen varias unicidades, los atributos que forman parte de una misma unicidad tendrán lo mismo subíndice.

La Unicidad en los diagramas ER se representa subrayando los atributos con línea discontinua.

Si hay varias unicidades en una misma entidad, se distinguen entre ellas con subíndices.

Ejemplos de unicidades

Hemos seleccionado DNI como Clave Primaria pero nos damos cuenta de que existen otras unicidades: una NIA y otra SS (núm. de la Seguridad Social). Al haber más de una unicidad, es necesario utilizar subíndices.



5.8 Notación

Notaciones ER alternativas

Actualmente no existe ninguna notación estandarizada universalmente para representar los esquemas del modelo ER. Cada recurso bibliográfico o software de diseño presenta, pues, variaciones y ampliaciones sobre la reducida notación propuesta originariamente por Peter

Chen-Chen ...

- El modelo ER nos permite representar a entidades y atributos mediante una sencilla notación diagramática. En esta representación respetaremos las siguientes características:
- Como regla general, no utilizaremos acentos ni caracteres especiales, sólo letras y cifras.

- Representaremos a las entidades tipo escribiendo su nombre en mayúsculas y en singular, dentro de un rectángulo.
- Representaremos cada atributo escribiendo su nombre con la primera letra en mayúscula y el resto en minúsculas, dentro de una elipse unida con un guión con el rectángulo que representa la entidad tipo de la que forman parte:
 - o Si un atributo tiene un nombre compuesto, cada nombre comenzará con mayúscula con el fin de hacerlo más leedor. Por ejemplo, TelefonFix, TelefonMobil.
 - o Si el nombre de un atributo corresponde a unas siglas, debe ir íntegramente en mayúsculas, tales como DNI (documento nacional de identidad).
 - o La elipse de un atributo multivaluado estará formada por un trazo doble.
 - o Los límites de un atributo multivaluado, en caso de existir, deben especificarse a continuación del nombre del atributo, entre paréntesis y separado por coma.
 - o La elipse de un atributo derivado estará formada por un trazo punteado.
 - o Los atributos que forman parte de una clave primaria deben ir subrayados.
- Si debemos establecer cualquier otra característica de los datos que no tenga predefinida una notación diagramática concreta, deberemos añadir al diagrama las especificaciones textuales necesarias.

6 Relaciones

Una relación consiste en una asociación entre dos o más ocurrencias procedentes, en principio, de entidades.

Las ocurrencias en una relación son las asociaciones y no puede haber dos ocurrencias iguales (que asocian lo mismo).

Se representan con un rombo nominado, generalmente, con un verbo que denota la función de la relación.

Ejemplo de relación

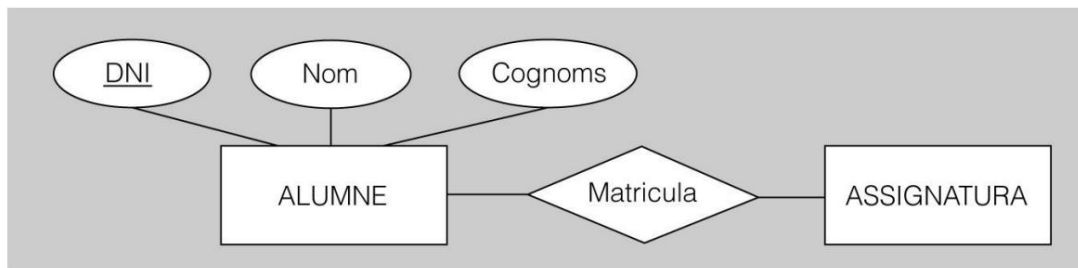
Ya conocemos a la entidad ALUMNO (figura 1.6). Pero para diseñar la BD de nuestro instituto necesitaremos a más entidades. Por ejemplo, será conveniente contar con una entidad para almacenar las asignaturas que conformen la oferta formativa del centro. Podemos llamar a esta nueva entidad, ASIGNATURA.

En un centro educativo, los alumnos se matriculan de asignaturas. Pues bien, para modelizar esta característica del mundo real, no necesitaremos ninguna nueva entidad.

Sólo necesitaremos establecer una asociación entre las dos entidades de las que disponemos, ALUMNO y ASIGNATURA, mediante interrelación.

De esta forma, modelizaremos la asociación de cada alumno con todas las asignaturas en las que esté matriculado, y, recíprocamente, de cada asignatura con todos los estudiantes respectivos. Podríamos llamar esta interrelación, por ejemplo, Matricula.

Figura 1.6. Ejemplo de interrelación

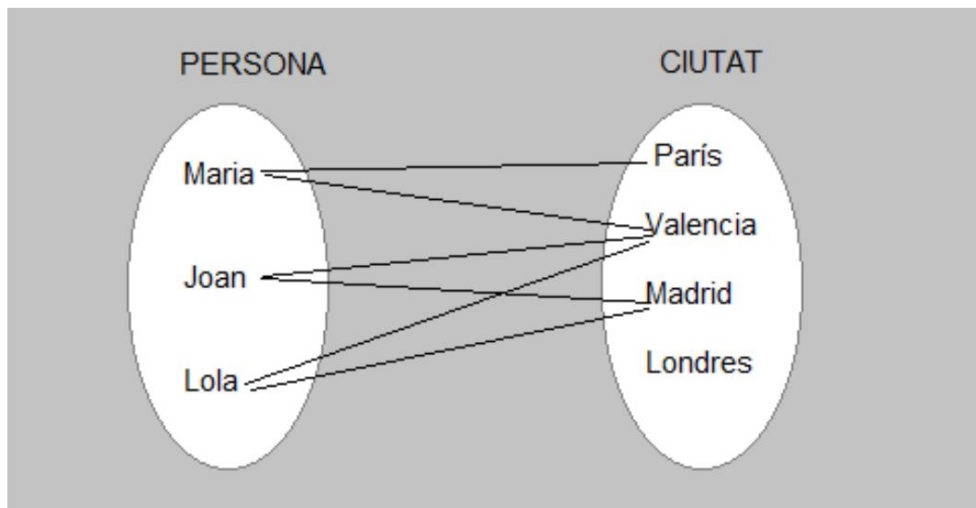


Para comprenderlo mejor, podemos asociar el concepto de Entidad a la idea de conjunto. Cuyos elementos serían las ocurrencias. Así, una interrelación sería una correspondencia entre conjuntos.

Por ejemplo: Tenemos las entidades PERSONA y CIUDAD, y la relación entre ellas Visita. Un posible estado de la BD sería que las entidades tuvieran las siguientes ocurrencias:

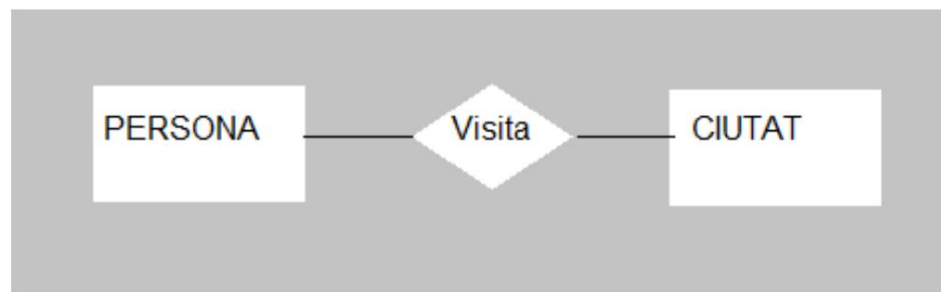
PERSONA: Maria, Joan, Lola

CIUDAD: Valencia, París, Madrid, Londres



Cada una de las ocurrencias de la interrelación Visita estaría representada por un arco que une una ocurrencia de PERSONA con una de CIUDAD. En este caso, las ocurrencias de la interrelación Visita serían 6: Maria-València, Maria-París, Juan-Valencia, Juan-Madrid, Lola-Valencia, Lola-Londres.

Se representaría:



6.1 Atributos de las interrelaciones

En ocasiones, puede interesarnos reflejar algunas características de determinadas interrelaciones. La forma de hacerlo es añadir los atributos necesarios, como haríamos si trabajáramos con entidades. Estos atributos son los atributos de interrelación.

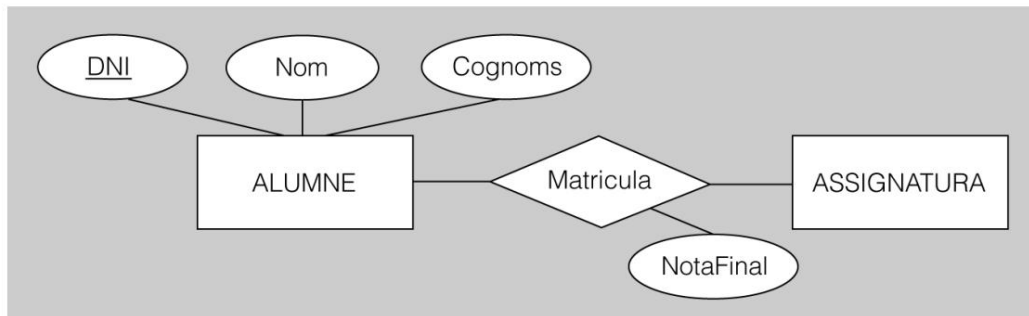
Por otra parte, los atributos de una interrelación NUNCA SON IDENTIFICADORES. Las ocurrencias o instancias de una interrelación se identifican por lo que asocian; no pueden existir dos ocurrencias en una interrelación que asocian lo mismo.

Ejemplo de atributo de interrelación

La secretaría de nuestro instituto necesitará tener constancia, como mínimo, de la nota final obtenida por cada alumno en cada asignatura en la que se haya matriculado alguna vez (figura 1.7).

La forma más sencilla de hacerlo sería añadir, a la interrelación Matricula, un atributo llamado, por ejemplo, Nota Final, que sirviera para almacenar este dato para a cada asociación existente entre instancias de las entidades ALUMNO y ASIGNATURA.

Figura 1.7. Ejemplo de atributo de interrelación



6.2 Grado de las interrelaciones

El grado de una interrelación depende del número de entidades que ésta asocia.

Encontrará un ejemplo de interrelación de grado dos (sólo asocia dos entidades (ALUMNO y ASIGNATURA) en la figura del subapartado "Atributos de las interrelaciones".

Las interrelaciones de grado dos también se llaman binarias. Y las de grado superior a dos se llaman genéricamente n-arias. Las interrelaciones n-arias de grado tres también pueden ser llamadas ternarias, y las de grado cuatro, cuaternarias.

Ejemplo de interrelación de grado tres

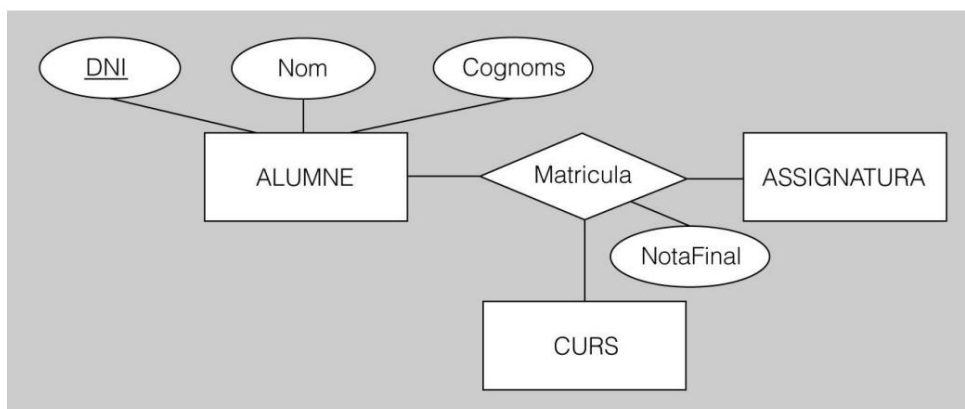
Hasta ahora, la interrelación Matricula sólo permite almacenar una matrícula de cada alumno en cada asignatura, y su atributo NotaFinal sólo permite reflejar una sola nota final de curso (figura 1.8).

Pero este esquema no permite modelizar el hecho de que un alumno puede tener que matricular más de una vez de una misma asignatura (y obtener una nota final en cada nueva matrícula) hasta obtener una calificación igual o superior al aprobado.

Una forma de conseguir representar esta característica del mundo real consistiría en añadir, en nuestro diseño, una nueva entidad que hiciera referencia al elemento temporal. La podríamos llamar CURSO, por ejemplo.

Y el nuevo esquema permitirá ya registrar matrículas sucesivas de un mismo alumno en una misma asignatura, pero a lo largo de diferentes cursos académicos, con las respectivas calificaciones obtenidas.

Figura 1.8. Ejemplo de interrelación de grado tres



6.3 Cardinalidad(Connectividad) de las interrelaciones Binarias.

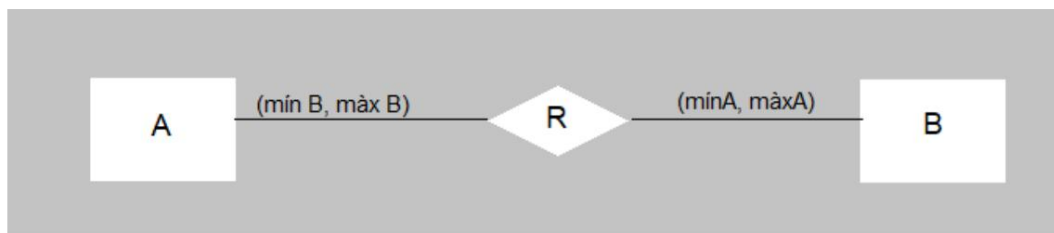
La cardinalidad (también llamada conectividad) de una interrelación indica el tipo de correspondencia que existe entre las ocurrencias de las entidades que ella misma permite asociar.

En los esquemas entidad/relación la cardinalidad puede indicarse de muchas formas. Quizás la más completa, la que usaremos, consiste en anotar en los extremos la cardinalidad máxima y mínima de cada entidad en la relación.

La cardinalidad indica el número de participaciones que una ocurrencia de una entidad puede tener. Se anota en términos de:

- Cardinalidad mínima. Indica el número mínimo de asociaciones o participaciones en las que participará cada ocurrencia de la entidad (el valor que se anota es de 0 o 1). El 1 significa que toda ocurrencia de la entidad está obligada a participar en la relación; lo 0 significa que las ocurrencias de la entidad no están obligadas a participar en la relación.
- Cardinalidad máxima. Indica el número máximo de participaciones de una ocurrencia de la entidad. Puede ser uno, otro valor concreto mayor que uno (tres por ejemplo) o muchos (se representa con n). Normalmente la cardinalidad máxima es 1 o N. En nuestro caso, cuando la participación máxima sea mayor que uno, siempre anotaremos N.

Las cardinalidades en las relaciones binarias se representan así:

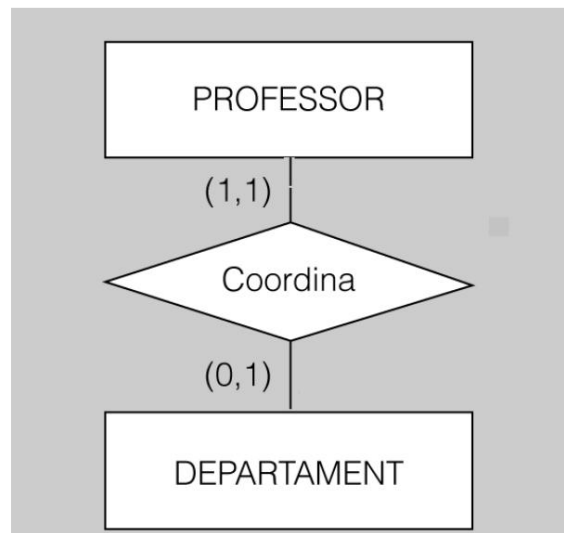


Ejemplo de límites de cardinalidad

La interrelación Coordina, que asocia a las entidades PROFESOR y DEPARTAMENTO.

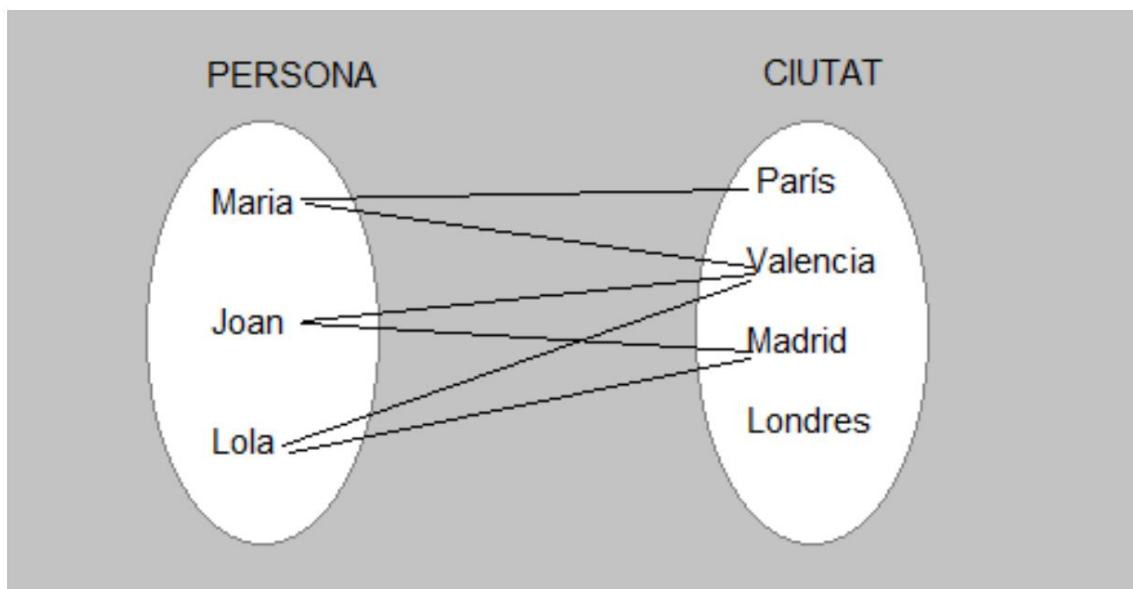
Cada departamento debe tener asignado uno, y sólo uno, profesor que lo coordine. En otras palabras, una ocurrencia de DEPARTAMENTO está obligada a participar en la relación Coordina y sólo puede participar una vez (un mismo departamento no puede ser coordinado por más de un profesor). Para reflejar esta limitación, deberemos añadir la etiqueta (1,1) junto a la línea que une la entidad PROFESOR con la interrelación Coordina.

Por otra parte, no todos los profesores se encargan de coordinar un departamento (de hecho, lo más frecuente es que no se encarguen). Es decir, una ocurrencia de PROFESOR no está obligada a participar en la relación. Y si lo hacen, sólo pueden encargarse de la coordinación de uno. Para reflejar esta limitación deberemos añadir la etiqueta (0, 1) al junto a la línea que une la entidad DEPARTAMENTO con la interrelación Coordina.



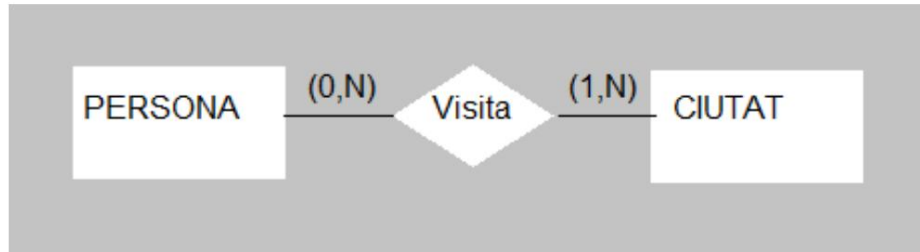
Como hemos dicho, podemos asociar la idea de la entidad a la de conjunto. Por ejemplo, el siguiente estado de la BD representado por conjuntos podría corresponderse con diferentes cardinalidades:

Estado de la BD



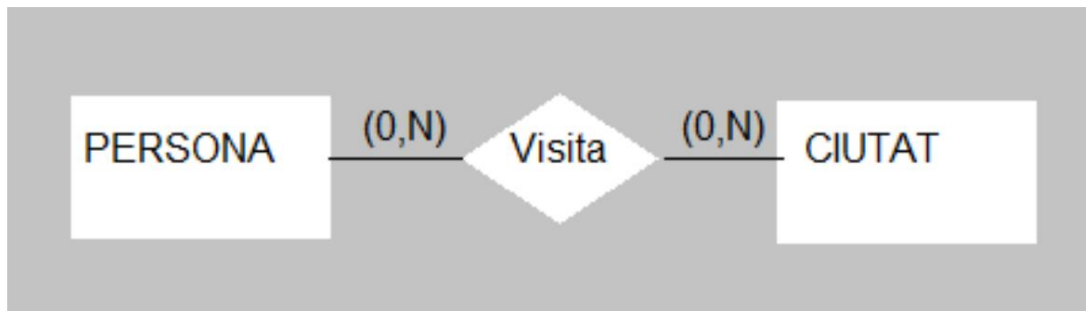
Posibles cardinalidades:

Posibilidad 1:



Todas las ocurrencias de la entidad PERSONA participan en la interrelación Visita. Este estado es compatible con una cardinalidad que indique que toda ocurrencia de PERSONA está obligada a participar en la interrelación..

Posibilidad 2:



El hecho de que ahora todas las personas registradas hayan visitado una ciudad no tiene por qué suponer obligación.

Estas cardinalidades también son compatibles con el estado de la BD.

Así, las cardinalidades de una entidad en una relación pueden tomar los valores: (0,1), (1,1), (0,N) o (1,N).

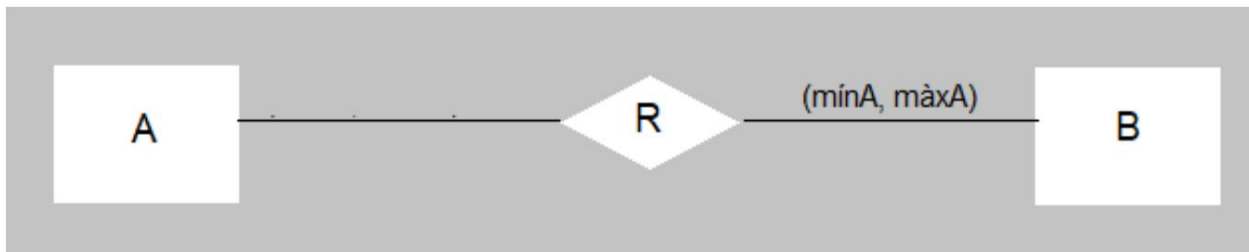
El primer valor, cardinalidad mínima, lo determinaremos haciéndonos la siguiente pregunta: ¿TODAS las ocurrencias de la entidad están OBLIGADAS a participar en la relación?

- Si la respuesta es SI, anotaremos un 1.
- De lo contrario (NO), anotaremos un 0.

El segundo valor, cardinalidad máxima, lo determinaremos haciéndonos la siguiente pregunta: ¿Podría UNA de las ocurrencias participar DIVERSAS veces en la relación?

- Si la respuesta es SI, anotaremos N.
- De lo contrario (NO), anotaremos un 1.

Recuerda que las cardinalidades de una entidad en una relación se anotan en el arco contrario.



6.4 Interrelaciones recursivas

Aunque otras interrelaciones asocian instancias de diferentes entidades, esta característica no es aplicable a las interrelaciones recursivas.

Una interrelación recursiva asocia las instancias de una entidad con otras instancias de la misma entidad.

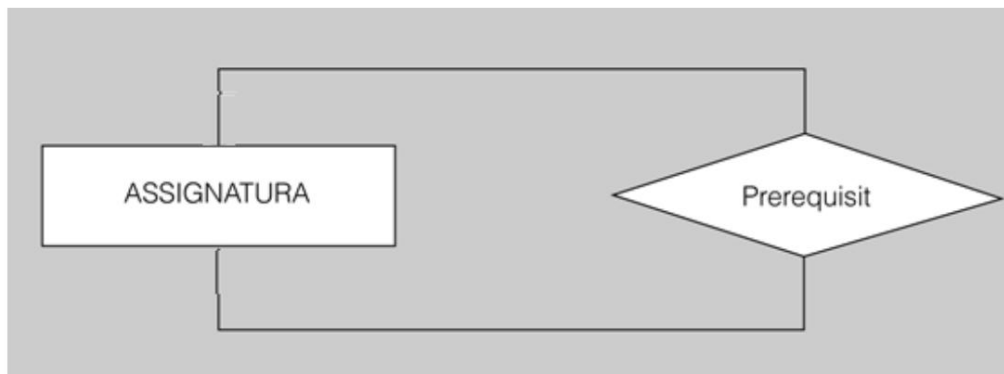
Ejemplo de interrelación recursiva

Imaginemos que en nuestro instituto se establece, como requisito para cursar ciertas asignaturas, el haber superado previamente otra u otras asignaturas.

Podríamos modelizar esta situación mediante una interrelación recursiva sobre la entidad ASIGNATURA, y nombrarla, por ejemplo, Prerrequisito.

Si consideramos que cada asignatura puede tener más de otra asignatura como prerrequisito, y que al mismo tiempo cada asignatura puede ser prerrequisito de una pluralidad de asignaturas, la cardinalidad sería la siguiente:

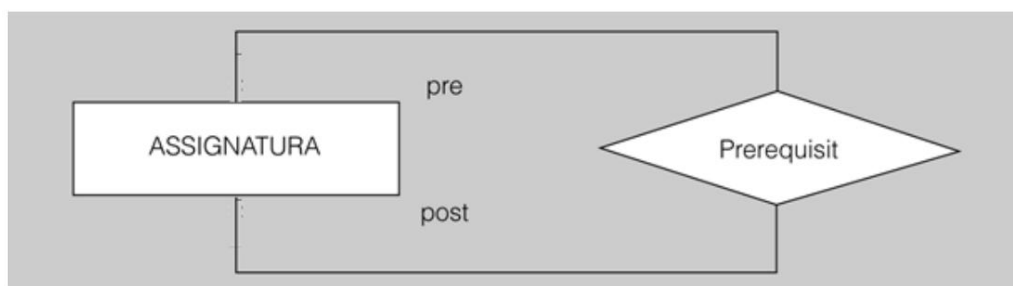
Las interrelaciones recursivas en los diagramas ER se representan conectando una misma entidad en más de una ocasión, mediante una única relación.



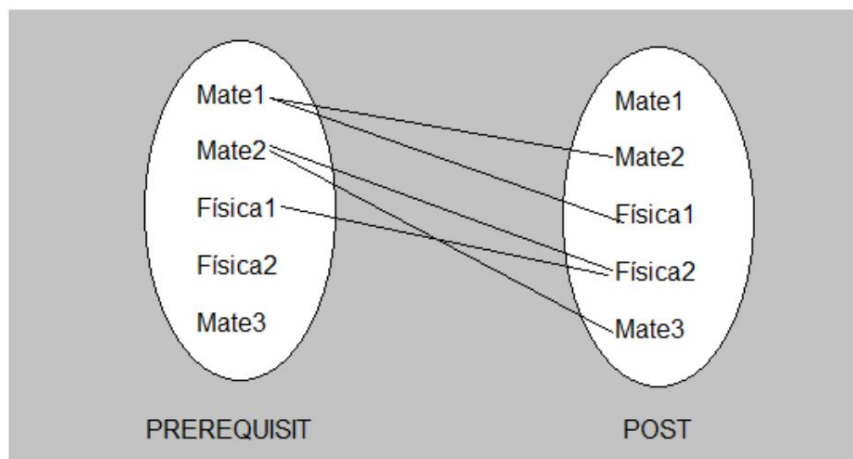
Ejemplo de interrelación recursiva

En el caso de las interrelaciones recursivas, es necesario especificar los distintos papeles o roles que interpretan las instancias de una misma entidad.

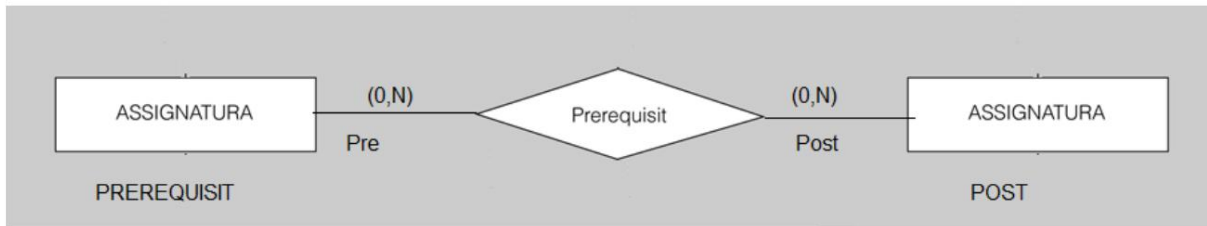
Ejemplo de diferenciación de roles



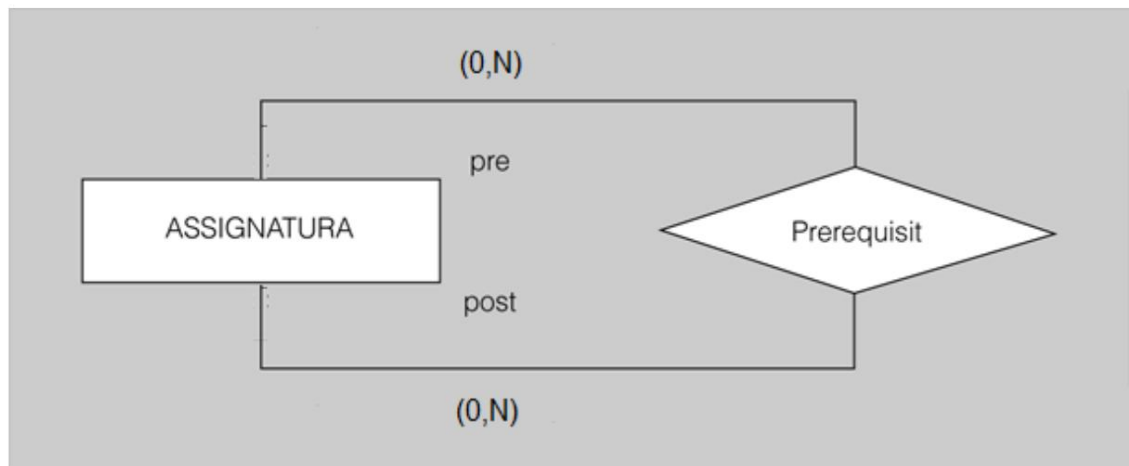
Posible estado de la BD



Las cardinalidades se ponen como en una binaria. Debemos imaginar que tenemos la misma entidad dos veces jugando roles diferentes.



Se representaría así:

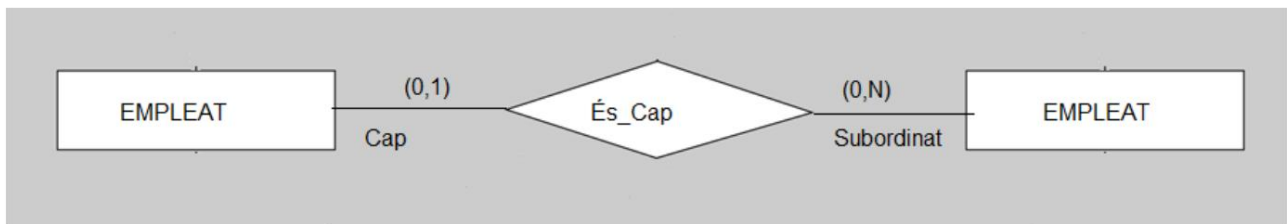


Otro ejemplo de relación recursiva:

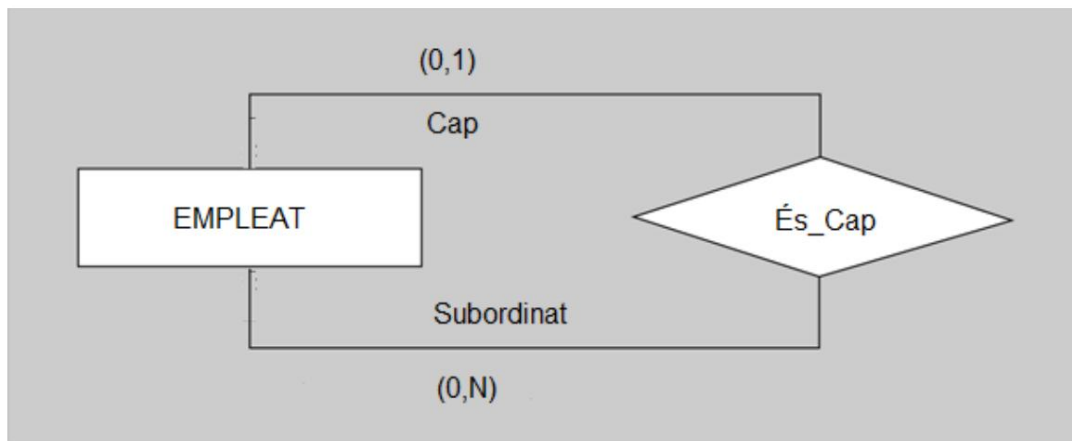
Imaginemos que tenemos la entidad **EMPRATS** y queremos almacenar información de la jerarquía en la empresa: quién es ninguno de quien.

De modo que un empleado podría ser jefe de varios empleado. Por otro lado, un empleado, si tiene alguno, sólo tiene un jefe directo.

Esta situación podría expresarse mediante una relación recursiva.



Se representaría:



7 Entidades débiles

Las entidades débiles son aquellas que no disponen de suficientes atributos para designar unívocamente sus instancias. Para conseguirlo, deben estar asociadas, mediante una interrelación, con una entidad fuerte que les ayude.

Cada instancia de una entidad débil está asociada con una única ocurrencia de la entidad fuerte (por eso el máximo de la débil es siempre 1), y así es posible completar su identificación de manera única.

Por otra parte, debe ser obligatoria en la interrelación para la débil porque, de no ser así, alguna instancia de la entidad débil podría no estar asociada con ninguna de las ocurrencias de la entidad fuerte y, entonces, no se podría identificarse completamente.

Las entidades débiles, pues, no tienen clave primaria, pero sí un atributo (o un conjunto de atributos) llamado discriminante o semiidentificador, que permite distinguir entre ellas todas las instancias de la entidad débil que dependen de una misma instancia de entidad fuerte.

Aunque no sea un caso muy frecuente, se pueden encadenar entidades débiles, de manera que una entidad que actúe como parte débil en la interrelación que mantenga con otra entidad, puede actuar al mismo tiempo como entidad fuerte respecto a otra entidad que, a su vez, la necesite para identificar por completo sus instancias.

Adicionalmente a la interrelación que les sirve para identificarse por completo, las entidades débiles pueden participar en otras interrelaciones, como cualquier otra entidad.

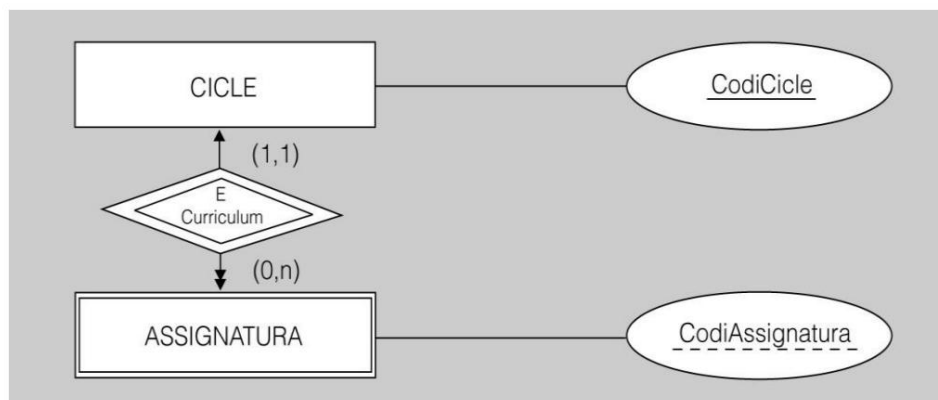
Las relaciones débiles en los diagramas ER se representan con un rectángulo de doble línea.

Ejemplo de entidad débil

Ha llegado el momento de establecer una clave primaria para la entidad ASIGNATURA. Podríamos adoptar una codificación derivada de la utilizada en los currículos oficiales: C1, C2, C3, etc. (de Crédito 1, Crédito 2, y así sucesivamente). Podríamos llamar a este atributo CodiAsignatura. Pero esto no permitiría distinguir las asignaturas de los distintos ciclos formativos impartidos en nuestro instituto.

Para conseguir la identificación inequívoca de cada crédito, en primer lugar deberíamos contar con una nueva entidad nombrada, por ejemplo, CICLO, para almacenar todos los ciclos impartidos en el centro. Esta entidad sería fuerte, y las A continuación, deberíamos establecer una interrelación binaria llamada, por ejemplo, Curriculum, en la que participara la entidad ASIGNATURA como entidad débil, en el lado N de la interrelación, y la entidad CICLO como entidad fuerte, en el lado 1.

Figura 1.18. Ejemplo de entidad débil



7.1 Notación

Las entidades débiles se representan escribiendo su nombre en mayúsculas y singular, dentro de un rectángulo dibujado con una línea doble.

La interrelación que une a la entidad débil con su fuerte se representa con un rombo también de línea doble.

El atributo o conjunto de atributos que actúen como discriminantes deben ir subrayados con una línea discontinua.

8. Extensiones del modelo Entidad-Relación

Las estructuras básicas del modelo Entidad-Relación (modelo ER) permiten representar la mayoría de situaciones del mundo real que habitualmente es necesario incorporar en las BD. Pero, en ocasiones, ciertos aspectos de los datos deben describirse mediante unas construcciones más avanzadas del modelo ER, que conllevan una extensión del modelo ER básico. Estas ampliaciones del modelo ER consisten en la especialización, la generalización y la agregación, de entidades.

8.1. Especialización y generalización

Nos podemos encontrar con el caso de alguna entidad tipo en la que -además de las características generales, comunes a todas sus instancias nos interese modelizar, adicionalmente, ciertas características específicas aplicables sólo aparte de sus instancias.

Entonces, podremos considerar que esta entidad tipo contiene otras entidades tipos, de nivel inferior, con características propias.

La especialización permite reflejar la existencia de una entidad general, llamada entidad superclase, que puede especializarse en diferentes entidades subclase.

La entidad superclase permite representar las características comunes de la entidad desde un punto de vista general. Las entidades subclase, en cambio, permiten representar las características propias de las especializaciones de la entidad superclase.

La entidad superclase o generalización se puede asimilar a la idea de conjunto.

Las subclases o especialidades serían subconjuntos de la superclase.

Las instancias de las subclases serán, al mismo tiempo, instancias de la respectiva superclase.

Las especialidades carecen de Clave Primaria. Lo heredan de la Generalización.

No puede haber Claves Primarias en una especialidad. Aunque podrían tener unicidades.

El proceso de designación de subclases a partir de una superclase se llama especialización.

Ejemplo de especialización

Hasta ahora contábamos con una única entidad PROFESOR, que nos servía para trabajar con todos los docentes del centro, ya que todavía no habíamos detectado ningún subconjunto de este colectivo que nos hubiera hecho pensar en implementar una especialización.

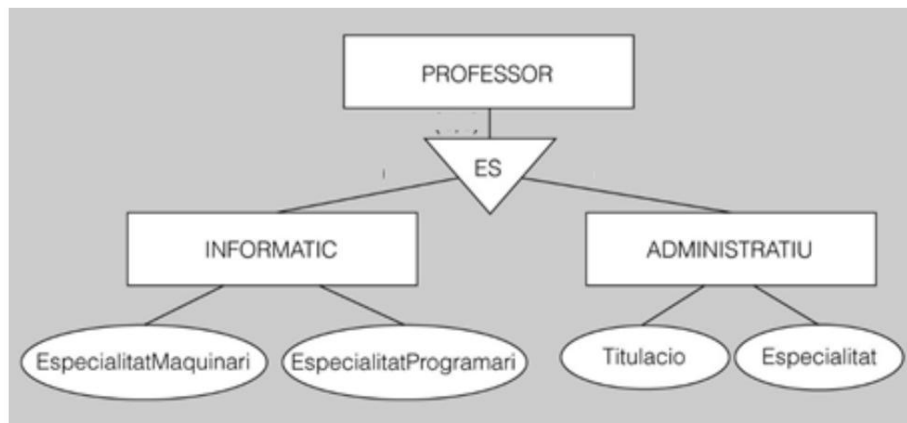
Pero resulta que la dirección del centro quiere implicar, en la gestión del mismo y en su mantenimiento informático, al profesorado de dos familias profesionales: la administrativa y la informática, respectivamente.

Por tanto, nos interesa tener constancia, por un lado, de la titulación de los profesores de la familia administrativa y de su especialidad, ya que en función de estas características podrán asumir, o no, las responsabilidades que se les quieren encomendar .

También puede resultar útil saber cuál es la especialidad principal, tanto en hardware como en software, del profesorado de la familia de informática, para asignar las tareas de mantenimiento con cierta garantía de éxito.

Como consecuencia de todo esto, implementaremos una especialización de la entidad PROFESOR en dos subclases: ADMINISTRATIVO, que incorporará dos nuevos atributos (Titulación y Especialidad), e INFORMATICA, que incorporará otros dos (Especialidad Hardware y Especialidad Software).

Figura 2.4. Ejemplo de especialización



La especialización permite reflejar las diferencias entre las instancias de una misma entidad, mediante el establecimiento de diferentes entidades de nivel inferior, las cuales agrupan los subconjuntos de instancias con características específicas comunes.

Estas características propias de las subclases pueden consistir tanto en la existencia de atributos como en la participación en interrelaciones.

Es decir, los motivos para realizar especialidades pueden ser dos:

- Bien la especialidad tiene atributos diferenciados.
- Bien la especialidad tiene interrelaciones diferenciadas.

La generalización, en cambio, es el resultado de observar cómo distintas entidades preexistentes comparten ciertas características comunes (es decir, identidad de atributos o de interrelaciones en las que participan).

En función de las similitudes detectadas entre diferentes entidades, éstas pueden llegar a sintetizarse en una sola entidad, de nivel superior, mediante un proceso de generalización.

La generalización sirve para resaltar las similitudes entre entidades, por encima de las diferencias, así como para simplificar las representaciones de los datos, al evitar la repetición de atributos compartidos por distintas subclases.

Ejemplo de generalización

Hasta ahora, hemos utilizado dos entidades diferentes que nos han servido para modelizar dos categorías, también distintas, existentes en el mundo real: ALUMNO y PROFESOR.

Sin embargo, es evidente que tanto los alumnos como los profesores son personas, aunque con roles diferentes. Por tanto, tendrán una serie de características comunes, que se podrán modelizar de la misma forma.

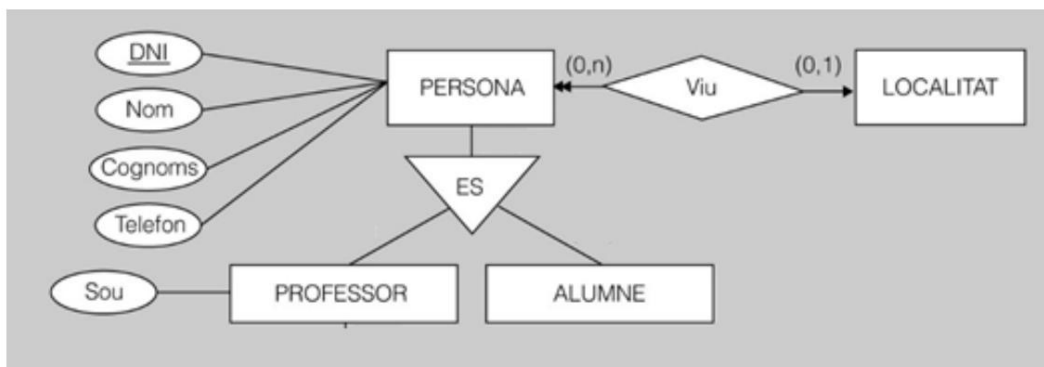
Así, tanto unos como otros tendrán nombre, apellidos, teléfonos de contacto, etc., que se podrán modelizarse mediante los mismos atributos.

También es posible que ambas tipologías puedan participar en las mismas interrelaciones. Por ejemplo, para indicar la localidad de residencia, lo habitual es relacionar la entidad que representa a las personas con otra entidad que almacena las diferentes localidades.

En definitiva, partiendo de las entidades ALUMNO y PROFESOR, podríamos crear otra entidad, superclase de las anteriores, y nombrarla, por ejemplo, PERSONA.

De esta forma implementaremos la entidad PERSONA, como generalización de ALUMNEi PROFESOR, que contendrá los atributos comunes a sus subclases, y además participará directamente en las interrelaciones que también sean comunes a las subclases citadas.

Figura 2.5. Ejemplo de generalización



El producto resultante de la especialización y de la generalización es, por tanto, idéntico. La diferencia entre ambos recae en el tipo de proceso que conduce a cada una:

La especialización deriva de un proceso de diseño descendente, durante el cual, a partir de una entidad preexistente, considerada como superclase se detecta la utilidad de establecer ciertas subclases, debido

de la existencia de ciertas características (atributos y participaciones en interrelaciones) no aplicables a todas las instancias de la superclase.

La generalización responde a un proceso considerado de diseño ascendente. Durante este tipo de diseño se valora la utilidad de contemplar unas cuantas entidades preexistentes, llamadas subclases, dependientes de una misma superclase común en todas ellas. La superclase presenta unas características comunes (atributos y participaciones en interrelaciones) a todas las subclases que dependen.

Herencia de propiedades

Tanto en el caso de generalización como en el de especialización, las características de la entidad superclase se extienden hacia las entidades subclase. Como ya sabemos, estas características pueden consistir o bien en atributos de la entidad superclase, o bien en su participación en diferentes interrelaciones.

Llamamos herencia de propiedades a la transmisión de características (atributos e interrelaciones) desde la entidad superclase hacia las entidades subclase.

Puede ocurrir que una misma entidad adopte el rol de subclase en un proceso de generalización o especialización y que, al mismo tiempo, asuma el papel de superclase en otro de estos procesos en los que participe.

Jerarquía de entidades

Cuando se encadenan diferentes generalizaciones o especializaciones de tal forma que una misma entidad es subclase de una estructura, y superclase de otra, tiene lugar lo que se llama jerarquía de entidades.

Cuando se produce una jerarquía de entidades, las entidades de los niveles inferiores pueden heredar características no sólo de la respectiva superclase, sino también de otras clases de niveles superiores.

Llamamos herencia múltiple a la recepción, por parte de una entidad subclase, tanto de las características (atributos e interrelaciones) de su superclase, como de las de otras entidades de niveles superiores, dentro de una estructura jerárquica de entidades con generalizaciones o especializaciones encadenadas.

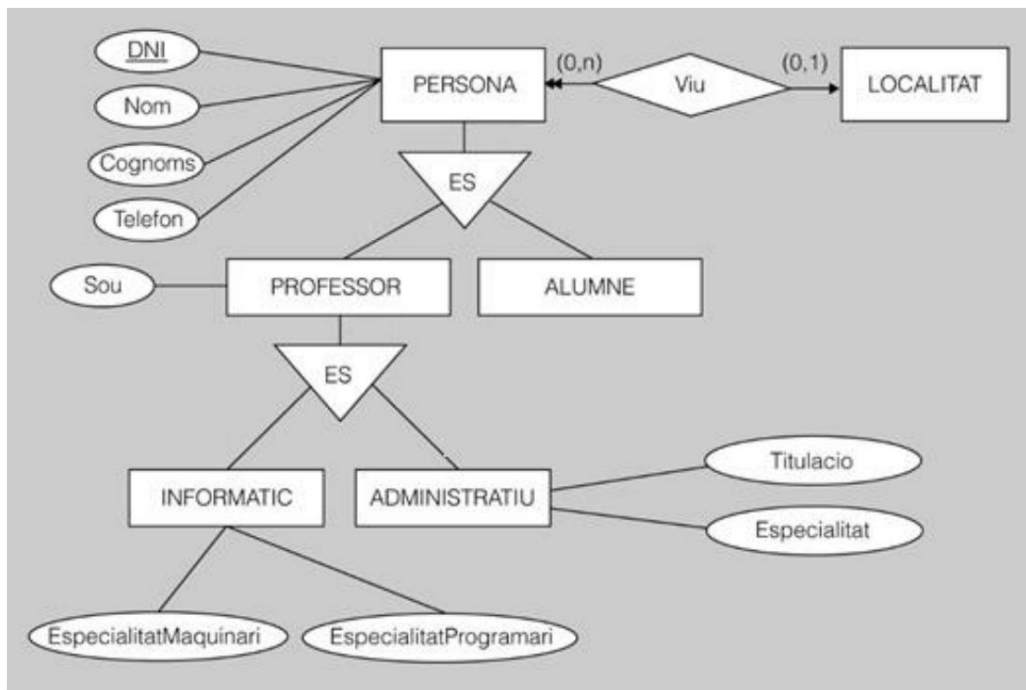
Ejemplo de jerarquía de entidades y de herencia múltiple

Como resultado de un proceso de generalización hemos conferido, a la entidad PERSONA, la calidad de superclase de las entidades PROFESOR y ALUMNO, consideradas subclases de aquella.

Al mismo tiempo, pero como resultado de un proceso de especialización, hemos conferido a la entidad PROFESOR la categoría de superclase de dos nuevas entidades, subclases de la misma: INFORMATIC y ADMINISTRATIVO.

A consecuencia de todo esto, las entidades del nivel inferior (INFORMATIC y ADMINISTRATIVO) no sólo heredarán las características de su superclase (PROFESOR), sino también las de las demás entidades de niveles superiores de las que sean descendientes y, por tanto, herederas.

En este caso, pues, INFORMATIC y ADMINISTRATIVO heredarán las características de su superclase (PROFESOR) y también las propiedades de la superclase de aquélla (PERSONA). Pero no heredarán ninguna propiedad de ALUMNO, porque no son descendientes de esa entidad.



Restricciones

A fin de modelizar más exactamente la parcela del mundo real que nos interese, se pueden establecer ciertas restricciones sobre las especializaciones o generalizaciones detectadas.

Un primer tipo de restricciones define si las instancias pueden pertenecer simultáneamente o no a más de una subclase de una estructura simple (es decir, que cuente con una sola superclase y un solo nivel de subclases) de generalización o especialización. En estos casos, las entidades de tipo subclase pueden ser de dos tipos:

Disjuntas. Una misma entidad instancia no puede aparecer en dos entidades subclase distintas. Se representa en el diagrama añadiendo una etiqueta con la letra D.

Cabalgatas o Solapadas. Una misma entidad instancia puede aparecer en dos (o, incluso, en más de dos) entidades subclase distintas. Se representa en el diagrama añadiendo una etiqueta con la letra E.

Un segundo tipo de restricciones especifica si toda instancia de la superclase debe pertenecer simultáneamente a una o más de las subclases o no. Aquí las entidades de tipo subclase también pueden ser de dos tipos:

Totales. Toda instancia de la entidad superclase debe pertenecer simultáneamente, como mínimo, a una de sus entidades subclase. Se denota con la etiqueta T.

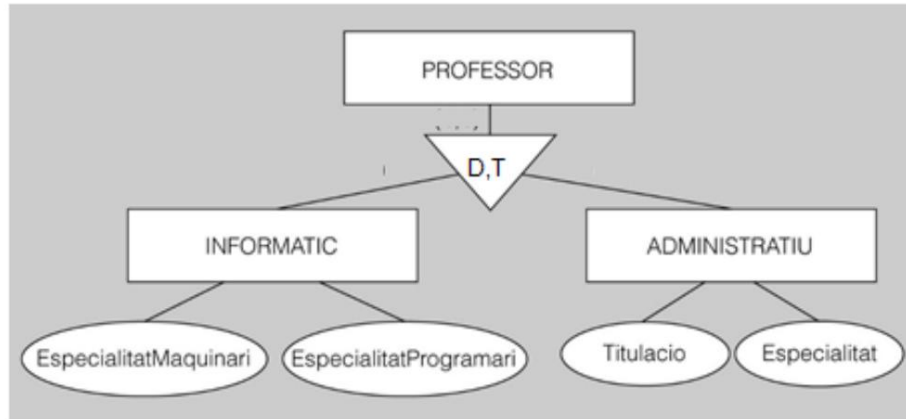
Parciales. Algunas instancias de la entidad superclase pueden no pertenecer simultáneamente a ninguna de sus entidades subclase. Se denota con la etiqueta P.

Combinando estas restricciones obtenemos, pues, cuatro posibilidades aplicables a las subclases de una generalización o especificación. Hay que separar las letras que se incluyen en la etiqueta con una coma:

- D, T (disyuntivos y totales)
- D,P (disjuntas y parciales)
- S, T (cabalgatas y totales)
- S, P (cabalgatas y parciales)

Deberemos considerar disjuntas las subclases de PERSONA si los reglamentos de funcionamiento del centro no permiten que ningún profesor se matricule como alumno, simultáneamente con el ejercicio de su labor docente.

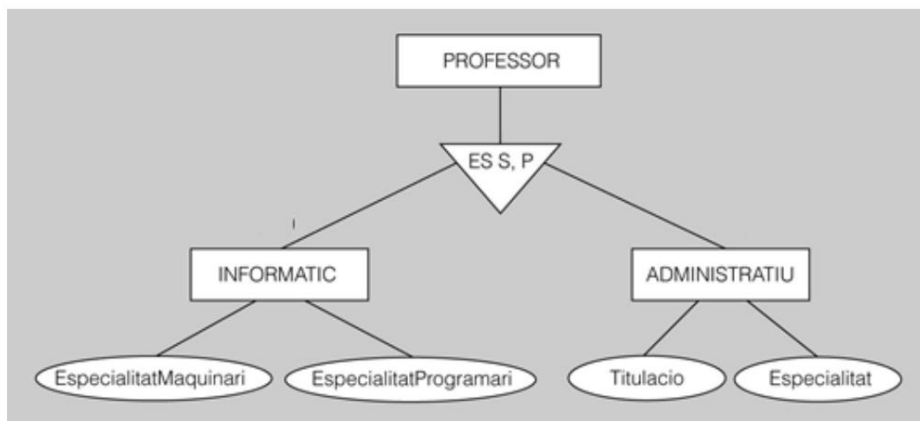
Al mismo tiempo, las consideraremos totales si nuestra BD registra exclusivamente los datos de profesores y alumnos, sin ocuparse de otras categorías de personas (como podría ser el personal administrativo, de mantenimiento, de limpieza, etc.).



Exemple de subclasses S, P

Deberemos considerar encabalgadas las subclases de PROFESOR si queremos reflejar el hecho que algunos profesores, a pesar de ejercer como tales con especialidad concreta en un curso académico, pueden tener otras especialidades. Por tanto, un profesor podrá ser simultáneamente INFORMATICO y ADMINISTRATIVO.

Por otra parte, las consideraremos parciales porque en nuestro instituto podrá haber, con toda seguridad, profesores de otras especialidades (como electrónicas, comerciales, etc.), que no serán ni informáticos ni administrativos.



Ejemplo de subclases con distintas restricciones

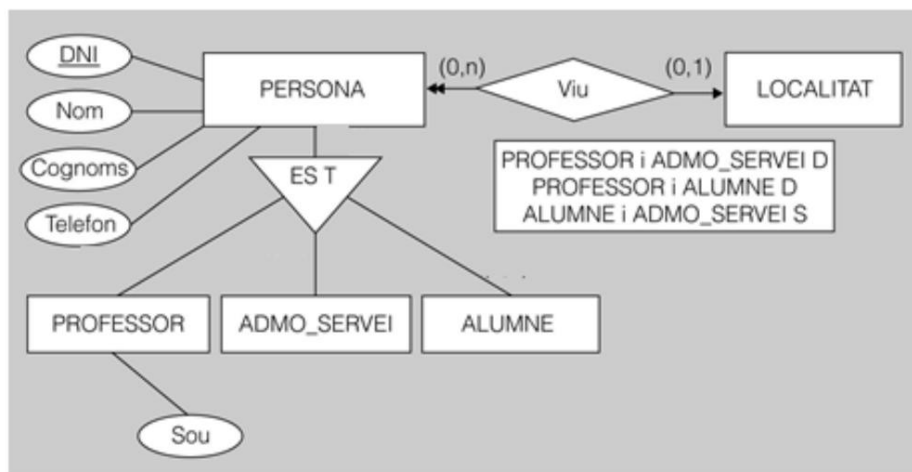
Imaginemos que queremos añadir una nueva subclase de PERSONA, con el fin de incluir al personal de administración y servicios del centro. Nombraremos a esta nueva entidad ADMO_SERVICIO.

Ya hemos expuesto más arriba que los reglamentos internos de nuestro instituto no permiten que ningún profesor sea, simultáneamente, alumno del centro. Pero ahora nos encontramos con que, al personal de administración y servicios, sí se le permite matricularse como alumno en alguno de los estudios impartidos en el centro al tiempo que desempeñan su labor profesional.

Las tres subclases serán totales, como antes, porque todo el mundo tendrá que pertenecer a alguna de las tres categorías reflejadas.

PROFESOR y ALUMNO serán disjuntas entre sí, al igual que PROFESOR y ADMO_SERVICIO, ya que no se pueden compatibilizar las condiciones mencionadas. Pero, en al mismo tiempo, ALUMNO y ADMO_SERVICIO serán solapadas, porque una persona podrá estar incluida en estas dos categorías simultáneamente, según hemos visto.

Para reflejar una realidad como ésta, no hay otro remedio que utilizar una especificación textual que, acompañando el diagrama, aclare debidamente las características específicas de cada subclase o agrupación de éstas.



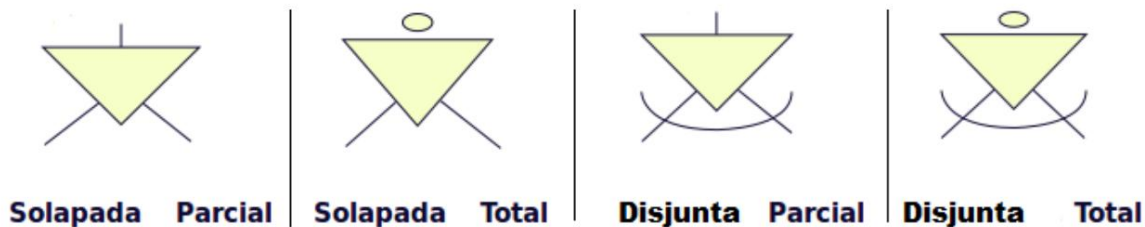
Notación

Tanto la especialización como la generalización se representan mediante un triángulo que puede incluir, en su interior, la etiqueta SE. Esta etiqueta indica que toda instancia

de cualquiera de las subclases es, al mismo tiempo, una instancia de la superclase correspondiente (por ejemplo, tanto un informático como un administrativo serán, al mismo tiempo, un profesor).

Por otra parte, es necesario señalar si es TOTAL o PARCIAL ; y también, si es DISJUNTA o SOLAPADA.

Esto puede hacerse, como se hace en los ejemplos, poniendo en el triángulo las dos siglas correspondientes T (TOTAL) o P(PARCIAL); y D(DISJUNTA) o S(SOLAPADA). Pero también se puede señalar de forma gráfica cómo sigue:



Las entidades que forman parte de una estructura de generalización o especialización se representan como el resto de entidades: cada una con un rectángulo que incorpora el nombre respectivo, y los atributos respectivos rodeados dentro de elipses ligadas a su entidad con una línea. Si los atributos forman una clave primaria (en la generalización) , su nombre deberá ir subrayado.

En términos de notación diagramática, no se establece ninguna diferencia entre una generalización y una especialización. Las diferencias entre ambos fenómenos se reducen al proceso que se ha seguido por derivar en cada uno de ellos, pero no en el resultado, que es siempre el mismo: el establecimiento de una superclase y de unas subclases con unas restricciones concretas.

8.2. Agregaciones de entidades

Con las reglas básicas del modelo ER, sólo se pueden modelizar interrelaciones en las que participan exclusivamente entidades, pero no puede expresarse la posibilidad de que una interrelación participe directamente en otra interrelación. Pero existe un mecanismo, llamado agregación, que permite superar la limitación descrita anteriormente, considerando una interrelación entre entidades como si fuera una entidad, y utilizándola como tal.

Las agregaciones también se conocen como entidades asociativas.

La agregación de entidades es una abstracción, mediante la cual, una interrelación se trata como una entidad de mayor nivel, que agrupa a las entidades interrelacionadas gracias a ella. La agregación debe tener el mismo nombre que la interrelación sobre la que se define.

La utilidad de una agregación de entidades, pues, consiste en que la interrelación en la que se está interrelacionando con otras entidades. Una agregación de entidades se denota recuadrando.

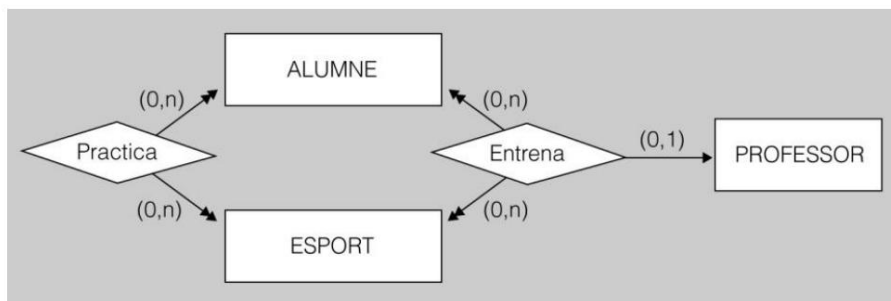
Ejemplo de agregación de entidades

Consideramos la interrelación Practica, binaria y de cardinalidad NM, que tiene lugar entre las entidades ALUMNO y DEPORTE, que ya conocemos.

Imaginemos ahora que se quiere tener constancia del profesor que, en su caso, se dedica a entrenar a un alumno que practica un deporte determinado. Y recordemos que ya existe en nuestro modelo una entidad llamada PROFESOR.

Una alternativa para representar esta realidad consistiría en crear una interrelación ternaria, llamada, por ejemplo, Entrena, entre las entidades ALUMNO, DEPORTE y PROFESOR (figura 2).

Figura 2.10. Ejemplo de interrelaciones redundantes



De esta forma, puede parecer que las interrelaciones Practica y Entrena se pueden combinar en una única interrelación. Pero esto no es del todo cierto, ya que habrá interrelaciones entre ALUMNO y DEPORTE que no dispondrán necesariamente de un profesor que actúe como entrenador.

Ahora bien, existe información redundante en el esquema propuesto hasta ahora, ya que toda combinación entre instancias de las entidades ALUMNO y DEPORTE que hay en Entrena también se encuentra en Practica.

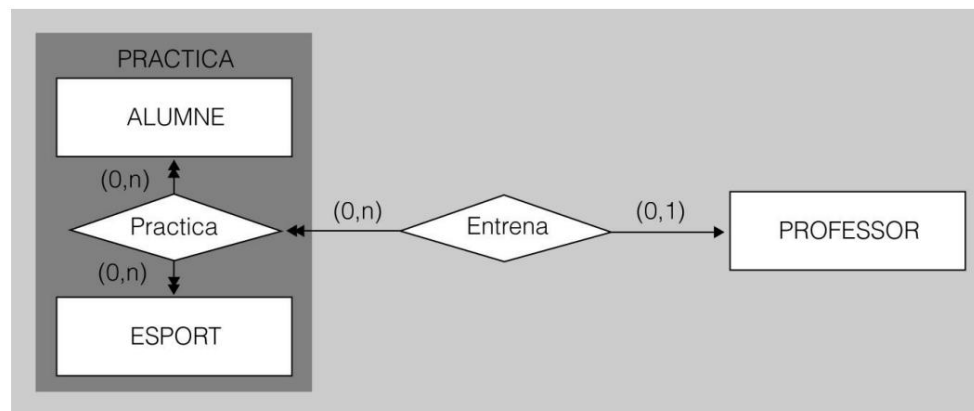
Si el entrenador sólo fuera un valor, podríamos plantearnos simplemente añadir un atributo a la interrelación Practica, que se llamara, por ejemplo, Entrenador. Pero en existir una entidad (PROFESOR) que contiene la instancia aplicable en cada caso, cuando es necesario, debemos descartar esta posibilidad.

Así pues, la mejor forma de reflejar todas estas circunstancias es hacer uso de una agregación de entidades. En este caso, debe considerarse la interrelación Practica, entre ALUMNO y DEPORTE, como otra entidad de mayor nivel, llamada PRACTICA.

Y, seguidamente, se puede establecer una interrelación binaria con cardinalidad 1-N entre PROFESOR y la agregación PRACTICA, y nombrarla Entrena, y que incluya las combinaciones necesarias entre ambas, para modelizar quien entrena la práctica de los deportes por parte de los alumnos, cuando se produce esta circunstancia (figura 2).

Las agregaciones de entidades en los diagramas ER se representan como agrupación rectangular de las entidades y relaciones que integran.

Figura 2.11. Ejemplo de agregación de entidades sin redundancia



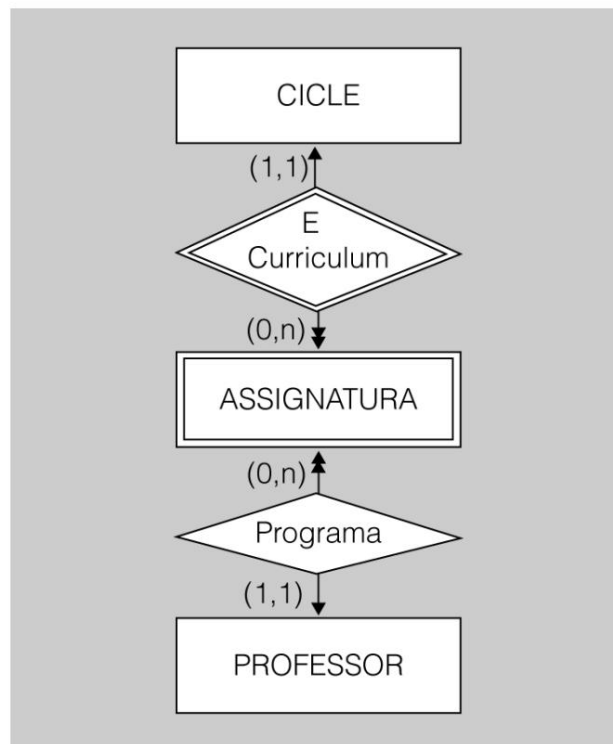
La técnica de las agregaciones engloba a la de las entidades débiles, pero aún resulta más potente: siempre que utilicemos una entidad débil, la podremos sustituir por una agregación, pero no al revés. Ahora bien, es necesario mantener a las entidades débiles en el modelo ER porque, aunque resultan menos complejas que las agregaciones, normalmente son suficientes para modelizar la mayoría de las situaciones que se producen en el mundo real.

Ejemplo de sustitución de una entidad débil por una agregación

Recuperamos la entidad débil ASIGNATURA. Ahora imaginamos que, para establecer un cierto control en materia de coordinación pedagógica, se necesita saber quién es el profesor responsable de realizar la programación didáctica de cada asignatura.

Entre PROFESOR y ASIGNATURA se puede establecer una interrelación binaria de cardinalidad 1-N para representar este hecho, que se llama, por ejemplo, Programa.

Figura 2.12.

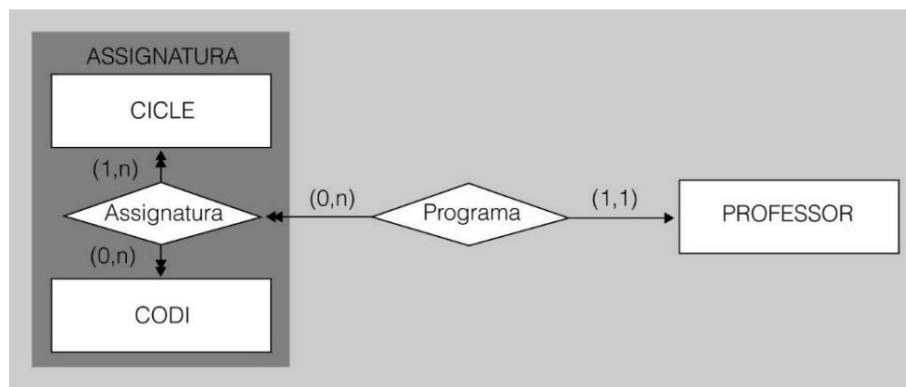


Pero, alternativamente, podríamos modelizar este dato convirtiendo ASIGNATURA en una agregación.

Para conseguirlo, en primer lugar deberíamos considerar una nueva entidad, y nombrarla por ejemplo CODI, que almacenara simplemente códigos de asignatura (como C1, C2, C3, etc.).

A continuación, deberíamos establecer, por un lado, una interrelación binaria de cardinalidad N-M entre CICLO y CÓDIGO, y nombrarla Asignatura. Y, por otra parte, también deberíamos obtener una agregación de la interrelación entre CICLO y CÓDIGO (es decir, Asignatura).

Por último, deberíamos interrelacionar la agregación resultante con la entidad PROFESOR, con una sencilla interrelación binaria con cardinalidad 1-N, llamada Programa.



Notación

Las agregaciones de entidades se representan incluyendo dentro de un recuadro a todas las entidades que participan en una interrelación determinada.

Las agregaciones también se representan frecuentemente incluyendo, dentro de un recuadro, sólo el rombo de cuya interrelación provienen las entidades implicadas.

Desde una interrelación, se puede enviar una flecha (de punta sencilla o doble, para expresar la cardinalidad 1 o N, respectivamente) hasta el rombo incluido dentro del recuadro que indica la existencia de una agregación (o bien hasta el mismo recuadro, exactamente igual que si se tratara de una simple entidad).

Toda agregación debe tener el mismo nombre que la interrelación sobre la que se define.

8.3. Ejemplo: BD de un instituto de formación profesional

Ahora desarrollamos un ejemplo de diseño conceptual de BD, correspondiente a un instituto de formación profesional, para ilustrar por separado los distintos conceptos y su respectiva modelización. Se trata de diseñar una BD para gestionar el personal del instituto (compuesto por

profesores, y por los trabajadores de administración y servicios) y su alumnado, además de los estudios impartidos.

Las siguientes descripciones resumen los requisitos de los usuarios de la futura BD:

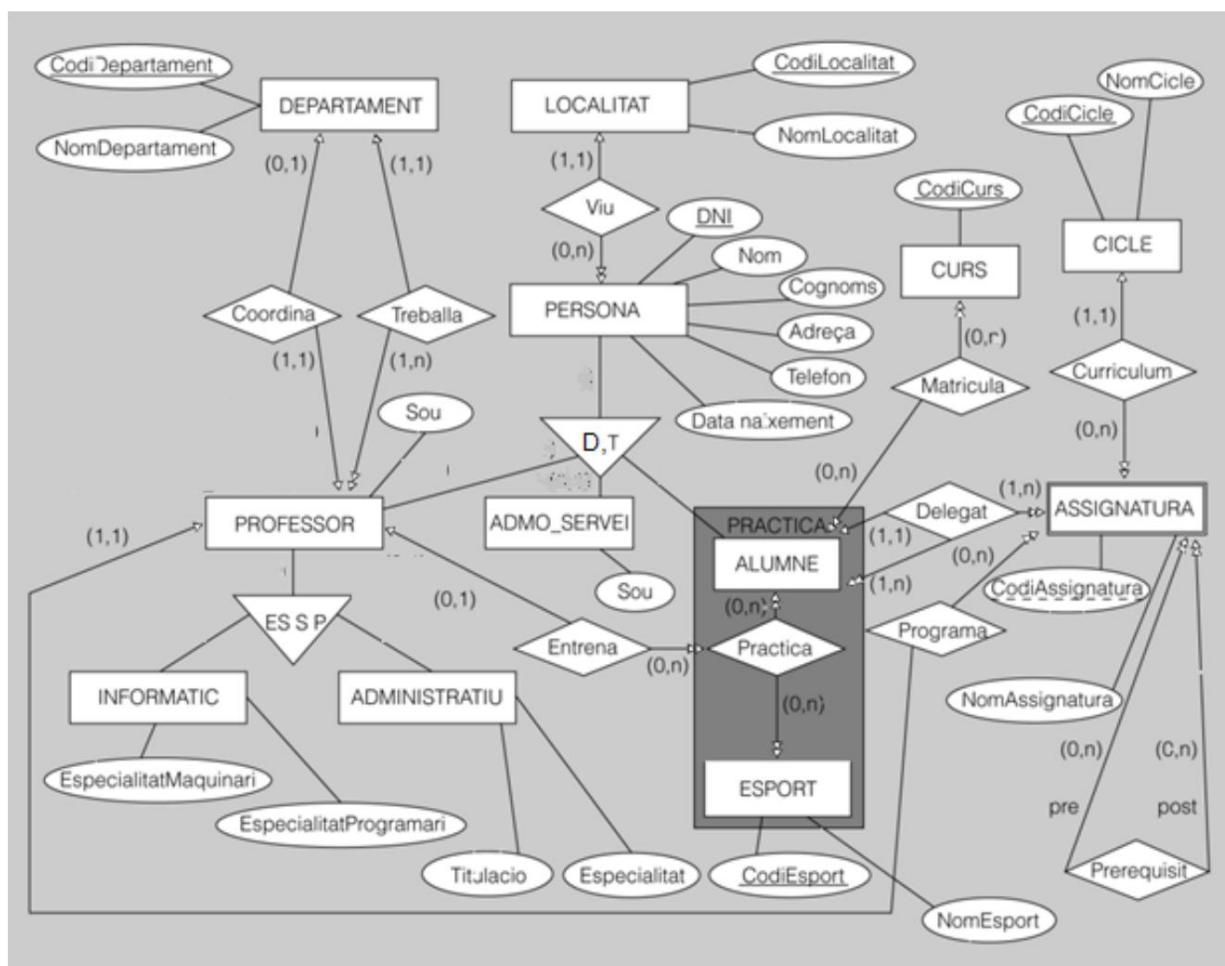
Los requisitos para diseñar una BD...

... de un instituto real seguramente serían mucho más numerosos que los que hemos expuesto aquí, los cuales están seleccionados con fines educativos, y no necesariamente en función de la su importancia o frecuencia en el mundo real.

- Las personas que forman parte de nuestra comunidad educativa se identifican mediante el DNI (o documento equivalente, como la tarjeta de residencia).
- También queremos conocer, de estas personas, el nombre y apellidos, la dirección, uno (y sólo uno, de momento) teléfono de contacto, y la fecha de nacimiento.
- Además, debemos tener registrada la localidad de residencia, teniendo en cuenta que la BD debe poder almacenar, para otros usos, localidades donde nadie viva.
- Toda persona de la comunidad educativa pertenece, como mínimo, a uno de los tres subtipos siguientes:
 - Profesores
 - Alumnos
 - Personal de administración y servicios
- Las personas sólo pueden mantener un tipo de relación laboral con el centro educativo. Por tanto, los profesores no pueden pertenecer simultáneamente al colectivo del personal administración y servicios.
- Tampoco está permitido que los profesores se matriculen en el centro de trabajo en ninguno de los estudios impartidos. Por tanto, los profesores no se pueden considerar simultáneamente alumnos.
- En cambio, sí está permitido a los integrantes del colectivo de administración y servicios que se matriculen, fuera de su horario laboral, en alguno de sus estudios impartidos. Por tanto, el personal de administración y servicios puede pertenecer simultáneamente a la categoría de alumno.

- Debemos tener constancia del sueldo de los profesores y del personal de administración y servicios.
- Organizativamente, todo profesor está asignado a un solo departamento. Y cada departamento tiene asignado uno de sus profesores como coordinador.
- Todo profesor tiene reconocida una especialidad determinada (o más de una). Pero internamente, la BD del instituto sólo necesita registrar cuáles de los profesores que tiene asignados el centro pertenecen a las especialidades de informática o administración, para asignarles tareas específicas adicionales a las docentes que les son propias.
 - o De cada informático, queremos saber las especialidades profesionales, cuando las haya, tanto en el ámbito del hardware como en el del software.
 - o De cada administrativo, queremos conocer la titulación académica y la especialidad profesional, si lo tiene.
- Los alumnos pueden practicar algunos deportes en las instalaciones del centro. E, incluso, pueden disponer de algunos profesores como entrenadores personales, que se han ofrecido voluntariamente por realizar esta tarea.
- Como es lógico, al tratarse de un centro de formación profesional, el instituto de nuestro ejemplo ofrece diferentes estudios estructurados en ciclos formativos, y cada ciclo formativo tiene sus propias asignaturas. Nos interesa, pues, codificar las asignaturas de la misma forma que se realiza en el currículo oficial del ciclo formativo al que pertenecen. El problema es que estos códigos se repiten para todos los ciclos formativos, puesto que la codificación siempre consiste en una C (por ser la inicial de la palabra crédito) seguida de un número entero (C1, C2, C3, y así sucesivamente).
- Dentro de un mismo ciclo formativo, se puede exigir a los alumnos que, por matricularse en algunas asignaturas, hayan superado alguna asignatura (o más de una).
- Por otra parte, siempre existe un profesor encargado de realizar la programación didáctica de cada asignatura. Sin embargo, un mismo profesor se puede encargar de la programación didáctica de más de una asignatura.

- Todos los alumnos del centro tienen un compañero que actúa como delegado en el ámbito de una asignatura y se encarga, por ejemplo, de distribuir los materiales o baterías de ejercicios. Un mismo alumno puede actuar como delegado en el ámbito de más de una asignatura. Pero cada alumno sólo tendrá un delegado en cada asignatura en el que esté matriculado.
- Finalmente, la BD debe recoger en qué asignaturas está matriculado cada alumno en cada curso académico, y la nota final obtenida.



A continuación, se muestra una lista de todas las entidades que aparecen en el diagrama, acompañadas de sus respectivos atributos (subrayados si forman parte de una clave primaria).

DEPARTAMENTO

Código de departamento, nombre de departamento

LOCALIDAD

Código de localidad, nombre de localidad

PERSONA

DNI, Nombre, Apellidos, Dirección, Teléfono, DataNacimiento

- PROFESOR (subclase PERSONA)

En

- o TI (subclases PROFESOR)

EspecialitatMaquinari, EspecialitatProgramari

- o ADMINISTRATIVO (subclase de PROFESOR)

Titulación, Especialidad

- DMO_SERVICIO (subclase de PERSONA)

En

- ALUMNO (subclase de PERSONA)

DEPORTE

CodiEsport, NomEsport

CICLO

CodiCiclo, NomCiclo

ASIGNATURA (entidad débil: CodiAsignatura la identifica parcialmente, y necesita el código del ciclo correspondiente para identificarse completamente)

CodiAssignatura, NomAssignatura

Por último, hay que comentar algunos de los aspectos más complejos de este modelo, proporcionado por ejemplo:

1. Las subclases en las que se especializa PROFESOR (INFORMATIC y ADMINISTRATIVO) son solapadas (S) entre ellas, y además parciales (P):

- a. Son solapadas porque las instancias de la superclase pueden pertenecer simultáneamente en ambas categorías.
 - b. Son parciales, porque no todas las instancias de la superclase deben pertenecer necesariamente en alguna de las dos categorías.
2. Las subclases que dan lugar a la generalización de PERSONA (PROFESOR, ADMO_SERVICIO y ALUMNO) son totales, pues toda instancia de la superclase debe pertenecer simultáneamente a alguna de las tres subclases mencionadas. Sin embargo, respecto al hecho de si pueden pertenecer simultáneamente a diferentes subclases o no, tienen restricciones específicas, y las combinan de dos en dos. Esta particularidad está especificada textualmente dentro del diagrama:
- c. PROFESOR y ADMO_SERVICIO: las entidades son disjuntas entre sí, porque las instancias respectivas no pueden pertenecer al mismo tiempo a ambas.
 - d. PROFESOR y ALUMNO: se da la misma circunstancia que en el caso anterior.
 - e. ALUMNO y ADMO_SERVICIO: las entidades son solapadas entre sí, porque las instancias respectivas sí pueden pertenecer al mismo tiempo a ambas.
3. Entre DEPARTAMENTO y PROFESOR hay dos interrelaciones para que sirvan para modelizar dos realidades diferentes: la coordinación del departamento por parte de uno profesor (con cardinalidad 1:1), y que una pluralidad de profesores estén adscritos al mismo (con cardinalidad 1:N).
4. La localidad de residencia de las personas se ha implementado mediante una entidad independiente, y no como un simple atributo de la entidad PERSONA. De esta forma, se evitarán redundancias, porque cada localidad sólo se registrará una vez dentro de la BD, aunque después se interrelacionará con todas las instancias de PERSONA que sea necesario.
5. Se ha optado por establecer una agregación a partir de la interrelación Practica, con el fin de permitir establecer otra interrelación (Entrena) entre ésta y PROFESOR, que evita la redundancia de datos que habría si se hubiera utilizado una interrelación

ternaria entre ALUMNO, DEPORTE y PROFESOR, ya que contendría todas las combinaciones de la interrelación entre ALUMNO y DEPORTE. Y no se podría implementar simplemente una ternaria entre ALUMNO, DEPORTE y PROFESOR, y suprimir dicha binaria, porque los alumnos también pueden practicar los deportes por libre, sin ningún profesor que los entrene.

6. Para representar la figura del alumno delegado de asignatura, ha sido necesario recurrir a una interrelación recursiva ternaria, ya que es necesario interrelacionar a cada alumno que actúa como delegado con sus alumnos representados y, además, con la asignatura de que se trate en cada caso.
7. Fijémonos en que la interrelación ternaria Matricula, entre CURSO, ALUMNO y ASIGNATURA, con cardinalidad M:N:P, tiene un atributo propio para almacenar la nota final de cada alumno.